

Maybe

length of contact  
"forecasting"

DERWENT-ACC-NO: 2000-676571  
DERWENT-WEEK: 200066  
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Tire inspection apparatus has temperature adjustment unit which changes temperature of tested tire, and optical instrument which optically detects heat ray radiated from surface of tire

PATENT-ASSIGNEE: MITSUBISHI JUKOGYO KK[MITO]

PRIORITY-DATA: 1999JP-0020802 (January 28, 1999)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 2000283893	October 13, 2000	N/A	020	G01M 017/02

A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP2000283893A	N/A	1999JP-0248581	September 2, 1999

INT-CL\_(IPC): G01M017/02; G01N025/72

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000283893A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - The tire inspection apparatus has a scanner structure (4) for positioning a temperature-change detector (3) appropriately to the tested tire (7). A temperature-change providing unit (2) changes the temperature of the tire. An optical instrument detects optically the heat ray radiated from the surface of the tire.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a tire inspection method.

USE - For detecting defect inside a tire.

ADVANTAGE - Enables effective and high-speed detection of defect of tire.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is a projection drawing showing the tire inspection apparatus.

Temperature adjustment unit 2

Temperature-change detector 3

Scanner structure 4

Tested tire 7

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/31

TITLE-TERMS:

INSPECT APPARATUS TEMPERATURE ADJUST UNIT CHANGE

TEMPERATURE TEST OPTICAL

INSTRUMENT OPTICAL DETECT HEAT RAY RADIATE SURFACE

DERWENT-CLASS: S02 S03

EPI-CODES: S02-J02A; S03-A03; S03-E01B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-501664

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-283893  
(P2000-283893A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード* (参考)
G 0 1 M 17/02		G 0 1 M 17/02	B 2 G 0 4 0
G 0 1 N 25/72		G 0 1 N 25/72	Y

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-248581  
(22) 出願日 平成11年9月2日 (1999. 9. 2)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-20802  
(32) 優先日 平成11年1月28日 (1999. 1. 28)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006208  
三菱重工業株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目5番1号  
(72) 発明者 中山 博之  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号  
三菱重工業株式会社高砂研究所内  
(72) 発明者 松川 和義  
山口県下関市彦島江の浦町六丁目16番1号  
三菱重工業株式会社下関造船所内  
(74) 代理人 100102864  
弁理士 工藤 実 (外1名)

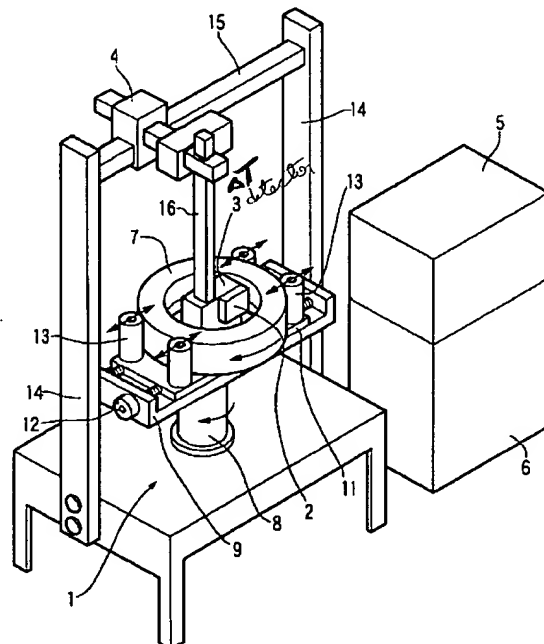
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤ検査装置及びタイヤ検査方法

(57) 【要約】

【課題】官能試験に代わる物理的方法による自動化検査方法の確立。

【解決手段】被検査タイヤに対して温度測定装置を適正に位置づけるための走査機構と、その被検査タイヤに温度変化を発生させるための温度変化付与装置と、被検査タイヤの表面から放射される熱線を光学的に検出するための光学装置とからなる。温度変化は物性の絶対値を厳密に知らせることはないが、物性差をよく反映させる物理的現象である。タイヤのような層構造の欠陥は、忠実に表面温度の相対的变化によって現れる。その表面の温度変化による表面温度分布から、内部欠陥の存否を明確に確認することができる。その存否、場所、広がり相対差として知らればよく、温度の厳密な測定は不要である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】被検査タイヤに対して温度変化検出装置を適正に位置づけるための走査機構と、

前記被検査タイヤに温度変化を発生させるための温度変化付与装置と、

前記被検査タイヤの表面から放射される熱線を光学的に検出するための光学装置とからなるタイヤ検査装置。

【請求項2】請求項1において、

前記被検査タイヤの表面は内表面であることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項3】請求項1において、

前記温度変化付与装置は、前記被検査タイヤの内表面の側に配置されることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項4】請求項3において、

前記温度変化付与装置は加熱装置であることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項5】請求項3において、

前記温度変化付与装置は、前記被検査タイヤに対して部分的に加熱しながらその加熱位置が変化することを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項6】請求項5において、

前記光学装置は前記被検査タイヤの表面から放射される熱を部分的に検出しながらその検出位置が変化することを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項7】請求項6において、

前記検出位置の変化は連続的であることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項8】請求項1において、

前記温度変化付与装置は、前記被検査タイヤに対して全面的に加熱することを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項9】請求項3において、

前記温度変化付与装置は冷却装置であることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項10】請求項1において、

前記光学装置の受光面は、前記被検査タイヤの内表面の側に配置されることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項11】請求項1において、

前記光学装置は、3次元走査機構により前記被検査タイヤの内表面の側に位置づけられることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項12】請求項11において、

前記光学装置は、前記被検査タイヤの中央位置から偏斜した位置に配置され、前記被検査タイヤの表面から放射される熱を部分的に検出しながらその検出位置が変化することを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項13】請求項12において、

前記検出位置は線状領域であることを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項14】請求項12において、

前記検出位置は面状領域であることを特徴とするタイヤ

検査装置。

【請求項15】請求項11において、

前記光学装置は、前記被検査タイヤの中央位置に配置され、前記被検査タイヤの表面から放射される熱を全面的に検出しその検出位置は変化しないことを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項16】請求項1において、

前記光学装置は、

受光装置と、

10 前記被検査タイヤの内表面の熱線放射領域と前記受光装置との間に介設されるミラー装置とを備え、

前記ミラー装置はその反射面を回転させる回転装置を具備することを特徴とするタイヤ検査装置。

【請求項17】請求項1において、

前記光学装置は、

受光装置と、

前記被検査タイヤの内表面の熱線放射領域と前記受光装置との間に介設されるミラー装置とを備え、前記ミラー装置のミラーは反射面を備え、前記反射面は円錐状面であることを特徴とするタイヤ検査装置。

20 【請求項18】内側層と熱伝導率が前記内側層よりも高い外側層とから形成されるタイヤの検査方法であり、

前記内側層に温度変化を生じさせるステップと、

前記温度変化中の前記内側層の内表面から放射する熱線の熱線量を検出するためのステップとからなるタイヤ検査方法。

【請求項19】タイヤの表面の第1局所的領域を加熱するためのステップと、

30 前記第1局所的領域から離れた前記タイヤ表面の第2局所的領域から放射される放射光を計測するためのステップと、

前記第1局所領域の加熱の第1走査と前記第2局所領域の計測の第2走査を行うことにより前記タイヤの不具合を判定するためのステップとからなるタイヤ検査方法。

【請求項20】請求項19において、

前記両走査は連続的であることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項21】請求項20において、

40 前記両走査は同期した走査速度で行われることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項22】請求項20において、

前記加熱はレーザーにより行われることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項23】請求項22において、

前記レーザーと前記放射光は同一光軸上を光学的に通過することを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項24】請求項20において、

前記両走査は2次的に行われることを特徴とするタイヤ検査方法。

50 【請求項25】請求項24において、

前記2次元走査の1次元分は、前記レーザーの光軸の回転により行われ、前記2次元走査の他の1次元分はタイヤの回転により行われることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項26】請求項20において、前記第1局所領域と前記第2局所領域の間の離隔距離は可変であることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項27】請求項20において、前記第2局所領域の計測による異なる2位置の計測値の差分がとられることを特徴とするタイヤ検査方法。

【請求項28】請求項27において、前記差分は2次元的にとられることを特徴とするタイヤ検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、タイヤ検査装置及びタイヤ検査方法に関し、特に、その内部の欠陥、不具合を検出するためのタイヤ検査装置及びタイヤ検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】タイヤは、部分トーラス面で囲まれる形状を有し、且つ、ゴム製の柔層と金属製の剛層により多層化された複雑な構造を有している。このような多層構造は、接地面側部分と側面側部分とで異なり、更に複雑である。このようなタイヤには、信頼性が高い検査が行われる必要がある。接地面側部分と側面側部分に共通して、特に、気密性の確保の点で重要な内膜の検査が重要である。内膜には、厚さに関する均一性、内部層との接着に関する良好性が要求される。中間層であるコード層と内面側層との接着が不十分であったり、膜内にボイドが発生したり、その膜厚が均一でなかったりした場合、タイヤ内表面に膨れが生じ、内表面からコードが観察される現象が現れる。均一性、良好性に関して、慎重な検査が行われている。

【0003】従来の検査方法は、熟練検査員の官能検査による。検査員は、タイヤを回転させながら、内表面を指先で撫でることにより、局部的膨らみを調べる触覚検査、内表面の凹凸、模様 of 局所的変化、異なる模様の有無を肉眼で観察する視覚検査を行って、内表面部に現れる不具合を検査している。

【0004】熟練検査員が、その能力を遺憾なく発揮することができる連続時間には限りがあり、最高の検査能力を発揮することができる持続時間は短い。検査精度を一定に保持するためには、多くの検査員が必要である。

【0005】超音波診断、電気導通性診断のような慣用の物性検出方法、形状を検出する画像認識方法は、大域的に且つ局所的に複雑な構造に複雑に現れる不具合部を高信頼度で検出することが困難である。

【0006】官能試験に代わる自動化された検査方法の確立が望まれる。検査員による最高の検査能力に匹敵す

る物理的検査方法の確立が望まれる。更に、タイヤの複雑な構造に適した検査方法の確立が望まれ、種別に関係しない不具合を検出し、更には、その不具合の種別を判別することができ、更には、その検査・判別の高速度が望まれる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、官能試験に代わる自動化されたタイヤ検査装置及びタイヤ検査方法を提供することにある。本発明の他の課題は、官能試験に代わる物理的方法による自動化されたタイヤ検査装置及びタイヤ検査方法を提供することにある。本発明の更に他の課題は、不具合の種別を分別してその存在を検出することができるタイヤ検査装置及びタイヤ検査方法を提供することにある。本発明の更に他の課題は、官能試験に代わる物理的方法により自動化・高速度化されたタイヤ検査装置及びタイヤ検査方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によるタイヤ検査装置は、被検査タイヤに対して温度変化検出装置を適正に位置づけるための走査機構と、その被検査タイヤに温度変化を発生させるための温度変化付与装置と、被検査タイヤの表面から放射される熱線を光学的に検出するための光学装置とからなる。温度変化は、物性の絶対値を厳密に知らせることはないが、物性差をよく反映させる物理的現象である。タイヤのような層構造の欠陥は、忠実に表面温度の相対的变化によって現れる。その表面の温度変化による表面温度分布から、内部欠陥の存否を明確に確認することができる。その存否、場所、広がり相対差として知られればよく、温度の絶対的な測定は不要である。

【0009】測定される被検査タイヤの表面は、内表面であることが好ましい。この場合、温度変化付与装置は、被検査タイヤの内表面の側に配置される。温度変化付与装置は、加熱装置又は冷却装置である。温度変化付与装置が被検査タイヤに対して部分的に加熱しながらその加熱位置が変化する場合、温度変化が激しい時間帯の温度分布を検出することが望ましい。

【0010】光学装置は、被検査タイヤの表面から放射される熱を部分的に検出する。この場合、温度変化を顕著にするためにその検出位置を走査することが有効である。検出位置の変化は連続的であることが好ましい。検出位置の走査は、タイヤを回転させないで軽い光学ミラーを回転させることの方が有利である。反射面が平面であるミラーとシリンドリカルレンズとの併用により、線状領域を同時に測定することができ、反射面が円錐面であるミラーとシリンドリカルレンズとの併用により、円弧状領域を同時に測定することができる。レンズの焦点位置の変更により円領域を同時に測定することができる。同時的測定は、無走査測定を意味する。

【0011】加熱方法としては、全体的（大域的）加熱が有効である。均一温度分布のタイヤの自然冷却により、温度変化が生じることにより生じる表面温度分布は、そのタイヤの内部構造をよく反映する。温度変化の発生を時間的に促進する強制冷却は、高速検査を促進する。積極的加熱は、必ずしも必要ではない。測定前に試験室の自然温度になっているタイヤは、自然加熱されているものとみなすことができる。この場合、積極的加熱、又は、積極的冷却は、温度変化付与とみなすことができる。

【0012】加熱又は冷却は、積極的温度変化付与である。即ち、自然加熱と積極冷却の組合せ、自然冷却と積極加熱の組合せ、積極加熱と積極冷却の組合せは、積極的温度変化付与である。積極的温度変化付与は、大域的に、又は、局所的に行われる。大域的加熱・冷却と局所的加熱・冷却の組合せも自由に行うことができる。そのような組合せの中で、更に、加熱と冷却に時差を与えることができる。

【0013】光学装置は、3次元走査機構により被検査タイヤの内表面の側に位置づけられる。光学的検出系とタイヤ内表面との相対的位置関係は、温度変化の検出精度、温度変化速度の点で重要である。タイヤの種類が変われば、その種類に対応する最適位置に、温度変化付与系、温度測定系（光学系）の座標位置が走査機構により変更される。

【0014】光学装置は、これが被検査タイヤの中央位置から偏寄した位置に配置される場合、被検査タイヤの表面から放射される熱を部分的に検出しながら、その検出位置を変える。点状領域、線状領域、面状領域、全体領域の選択は、光学系の設定変更により可能である。光学装置は、球面レンズ、リニア・シリンダリカルレンズ、サーキュラー・シリンダリカルレンズから選択されるレンズと、平面状反射面鏡、円錐状反射面鏡から選択されるミラーとの組合せにより構成され、焦点位置の調整により、点状領域、線状領域、面状領域の選択が更に可能である。

【0015】光学装置が被検査タイヤの中央位置に配置される場合には、被検査タイヤの表面から放射される熱を全面的に検出し、その検出位置は変化されない。光学装置は、受光装置と、被検査タイヤの内表面の熱線放射領域と受光装置との間に介設されるミラー装置とを備え、ミラー装置はその反射面を回転させる回転装置を具備することになる。

【0016】本発明によるタイヤ検査方法は、内側層と熱伝導率その内側層よりも高い外側層とから形成されるタイヤの検査方法であり、内側層に温度変化を生じさせるステップと、温度変化中の内側層の内表面から放射する熱線の熱線量を検出するためのステップとからなる。熱線量分布は、温度分布により近似で対応する。温度の厳密な測定は不要である。温度差が現れる温度分布

は、その絶対値はあいまいであるが、不都合部分の存在とその存在領域とを明白に教える。

【0017】温度変化付与装置が被検査タイヤに対して部分的に加熱しながらその加熱位置が変化する場合は、温度変化が激しい時間帯の温度分布を検出することが望ましく、本発明によるタイヤ検査方法は、タイヤの表面の第1局所的領域を加熱するためのステップと、第1局所的領域から離れたタイヤ表面の第2局所的領域から放射される放射光を計測するためのステップと、第1局所領域の加熱の第1走査と第2局所領域の計測の第2走査を行うことによりタイヤの不具合を判定するためのステップとからなる。第1局所的領域と第2局所的領域との間の距離を適正に設定することにより、変化が激しい時間帯の温度の測定が厳正化される。空間的距離であるそのような距離は、走査速度の関数である。

【0018】走査は連続的である。その連続は、デジタル化された運動を含む。両走査は、同期した走査速度で行われる。局所的加熱のための好適な手段は、レーザーである。レーザーと放射光が同一光軸上を光学的に通過するように光学系を構成することによりその光学系をシンプルにすることができる。光学系は、レンズ、プリズム、反射鏡、光ファイバー、フィルターにより形成される。

【0019】両走査は2次元的に行われることが望ましい。2次元的走査の1次元分は、レーザーの光軸の回転により行われ、2次元的走査の他の1次元分はタイヤの回転により行われることが装置系の機構をシンプルにする。第1局所領域と第2局所領域の間の離隔距離は可変であることが好ましい。第2局所領域の計測による異なる2位置の計測値の差分がとられる。差分は、タイヤ固有の温度分布の影響を少なくすることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】図に一致対応して、本発明によるタイヤ検査装置の実施の形態は、制御装置が設けられている。制御装置6は、図1に示されるように、タイヤ設置テーブル1、温度変化付与装置2、温度変化検出装置3、走査機構4、信号処理装置5とともに設けられている。

【0021】制御装置6は、タイヤ設置テーブル1に対しては電気・機械的に、温度変化付与装置2に対しては電気的に、温度変化検出装置3に対しては電気的に又は機械的に、走査機構4に対しては電気・機械的に、信号処理装置5に対しては電気的に、それぞれに接続している。タイヤ設置テーブル1には、被検査対象である1つの被検査タイヤ7が載置される。

【0022】図2は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の形態を示している。回転軸8が、タイヤ設置テーブル1に回転自在に支持されている。回転軸8は、制御装置6により制御されて、任意の回転速度で回転し、且つ、任意の回転位置で停止してその停止位置で固定され

得る。回転軸8は、更に、タイヤ設置テーブル1に対して昇降可能である。回転軸8に、タイヤ設置台9が結合している。

【0023】設置台9の上面に、移動台11が載置されている。移動台11は、1軸方向に移動可能である。移動台11の移動位置は、設置台9に支持されているボルト12により調整が可能である。タイヤ7は、移動台11に固定されている4体の回転自在なローラ13により移動台11上で位置固定がなされている。ローラ13は、それぞれに移動台11上で回転可能である。

【0024】タイヤ7は、移動台11に対して回転可能である。タイヤ7の移動台11に対する回転位置は、自由に設定され得る。タイヤ設置テーブル1に、複数・支柱14が立ち上がっている。複数・支柱14の間に水平方向にX軸・Y軸走査用レール15が懸架されている。X軸・Y軸走査用レール15のX軸方向部分が、複数・支柱14の間に水平方向に懸架されている。

【0025】走査機構4は、X軸方向に延びるX軸方向レール上で移動するX軸方向移動体と、そのX軸方向移動体に固定されY軸方向に延びるY軸方向レール上で移動するY軸方向移動体とから構成され、そのY軸方向移動体はX-Y平面上の任意の位置に移動しその移動位置で固定され得る慣用手段である。このような走査機構が、制御装置6により制御される。

【0026】走査機構4には、鉛直方向に延びる支持腕16（後述するZ軸走査用レール）が固定されている。支持腕16は、走査機構4の既述のY軸方向移動体に支持され、そのY軸方向移動体に対してX-Y平面に直交する方向であるZ軸方向（鉛直方向）に昇降してその任意の昇降位置でY軸方向移動体に固定され得る。

【0027】支持腕16の下端部に温度変化付与装置2と温度変化検出装置3とが固定されて設けられている。走査機構4により位置制御される支持腕16の3次元的位置制御により、温度変化付与装置2と温度変化検出装置3は、被検査タイヤ7に対する好ましい位置関係を調整自在に保持することができる。

【0028】降下位置の回転軸8に支持される移動台11の上面に被検査タイヤ7をローラ13により固定し、回転軸8を上昇させ、更に、走査機構4により支持腕16を2次的に走査して、温度変化付与装置2と温度変化検出装置3を被検査タイヤ7の中心領域に位置づける。走査機構4は、温度変化検出装置3が被検査タイヤ7の内側表面に対する距離、それに向かう方向を調整することができる。

【0029】温度変化付与装置2により被検査タイヤ7の内側表面部分を局所的に加熱して、その内側表面部分の温度を変化させる。温度変化付与装置2に近接する温度変化検出装置3は、そのように局所的に温度変化しながら回転する内側表面部分の温度及びその温度変化を検出する。

【0030】このように検出されたその内側表面部分の温度は、温度変化検出装置3に属する信号変換器により電気信号に変換されて信号処理装置5に伝達される。信号処理装置5は、受信したその電気信号の変化から温度変化に対応する温度変化データである温度分布データに変換する。信号処理装置5は、その受信信号の処理を行う機能を有している。そのための処理装置は、不要な信号を低減し必要な信号を強調するためのフィルタ、増幅装置などからなる慣用の信号処理装置である。

10 【0031】このように処理された信号に基づいて、信号処理装置5は被検査タイヤ7の不具合を評価・判定する。その評価・判定の方法は、後述される。温度変化付与装置2、温度変化検出装置3に対する被検査タイヤ7の回転は相対的でよく、走査機構4に回転走査機構を付与して支持腕16を回転軸化することができる。

【0032】図3は、本発明によるタイヤ検査装置実施の他の形態を示している。この実施の形態が、図2の実施の形態と異なる点は、温度変化付与装置2が省略され、温度変化付与装置2の代わりに均等型温度変化付与装置2'が設けられていることである。X軸・Y軸走査用レール15のX軸方向部分に、更に、第2走査機構4'（以下、既述の走査機構4を第1走査機構という）が設けられている。

【0033】第2走査機構4'は、X軸・Y軸走査用レール15に懸架されている。第2走査機構4'は、X軸・Y軸走査用レール15のX軸方向部分上で位置制御されて水平方向に運動するX軸方向移動体と、そのX軸方向移動体に固定されているY軸方向レールに案内されて移動するY軸方向移動体とから構成されている。第2走査機構4'は、制御装置6により電氣的に制御されて移動する。

【0034】第2走査機構4'のY軸方向移動体には、鉛直方向に延びる第2支持腕16'が昇降自在に支持されている。第2支持腕16'の下端部に第2温度変化付与装置2'が固定されて設けられている。第2温度変化付与装置2'は、被検査タイヤ7に対する好ましい方向関係、位置関係を調整自在に保持することができる。

【0035】第2温度変化付与装置2'は、全域均一加熱装置として設けられている。第1走査機構4を動作させ第1支持腕16を昇降移動させて温度変化検出装置3を被検査タイヤ7から抜き取り、その代わりに、第2走査機構4'を動作させ第2支持腕16'を移動させて、第2温度変化付与装置2'を被検査タイヤ7の中心領域に位置づけ、制御装置6により制御して第2温度変化付与装置2'により、被検査タイヤ7の内側表面部分である内側全周域面を概ね均等に加熱する。

【0036】逆順により、第2温度変化付与装置2'と温度変化検出装置3の位置交換を行って、既述の通りの評価・判定を行う。前段のステップで加熱庫の中で多数50の検査対象タイヤを同時に加熱して、順次にその加熱庫

からその1つを取り出して、移動台11上に載置するようにすることもできる。

【0037】図4は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の更に他の形態を示している。この実施の形態が、図2の実施の形態と異なる点は、温度変化付与装置2が省略され、温度変化付与装置2の代わりに局部冷却装置21が設けられていることであり、第2走査機構4'、温度変化付与装置2'については、図3の実施の形態に全く同じである。

【0038】温度変化により被検査タイヤ7の評価・判定を行うのであるから、その温度付与は、その温度がその対象物に対して正であるか負であるかは実質的に均等・等価である。この実施の形態では、前工程で加熱した被検査タイヤ7を局部的に又は全域的に冷却することが好ましい。評価・判定の方法は、既述の通りである。回転に関して相対的である点も、既述の通りである。

【0039】図5は、タイヤ設置台9の回転に関する実施の形態を示している。回転軸8には、駆動モータ22が設けられている。タイヤ設置テーブル1に固定されて支持されている駆動モータ22は、可変速度機能が与えられていることが望ましい。タイヤ設置台9の上面に摺動自在に載置されている既述の移動台11は、2体の対称移動台11A、11Bとから形成されている。

【0040】ボルト12は、調芯用ねじ軸12として形成されている。調芯用ねじ軸12は、ねじ部を有している。そのねじ部は、その一方側と他方側とで逆ねじに形成されている。調芯用ねじ軸12は、対称移動台11A、11Bに共軸的に貫通し、その一方側のねじ部が一方側対称移動台11Aに螺合して貫通し、その他方側のねじ部が他方側対称移動台11Bに螺合して貫通している。

【0041】調芯用ねじ軸12が回転するとき、両側対称移動台11A、11Bは互いに逆方向に運動する。このように逆方向に運動する両側対称移動台11A、11Bの中心線は不動である。タイヤ設置台9が回転軸8に対して一旦位置調整された後は、調芯用ねじ軸12を駆動してローラ13で任意の直径のタイヤを挟持したとき、そのタイヤの中心点は必ず回転軸8の回転軸心線にある。タイヤの中心位置を不変化するこのような調芯機構は、任意の直径のタイヤの検査時間を短縮することができる。

【0042】図6(a)、(b)は、図2に示される温度変化付与装置2の実施の形態を示している。温度変化付与装置2には、円柱形状のケーシング31が設けられている。ケーシング31は、断熱材で形成されている。ケーシング31は、カバー32で覆われている。

【0043】ケーシング31の中には、円板状空域33が形成されている。円板状空域33は、ケーシング31の弦月状部分34の区切平面35で区切られている。区切平面35は、被検査タイヤ7の軸心線に概ね平行な線

の集合として形成され、且つ、その状態で被検査タイヤ7の内周面の近くに位置づけられる。

【0044】円板状空域33は、区切平面35に直交し互いに平行な2平面によっても区切られている。その2平面に光又は熱線37を反射させる反射鏡又は反射体36A、Bが接合している。反射体36A、Bは、対向してその間の熱線37を繰り返し反射させることができる。ケーシング31には、円板状空域33に連続する円柱状空域38が形成されている。区切平面35にも、他の反射鏡40が接合している。

【0045】円柱状空域38に電源部39が挿入されている。反射体36A、Bの中心域には穴が開けられ、その穴に軸対称な熱線放射体41が貫通している。熱線放射体41の中心域に発熱体42が装着されている。発熱体42は、電源部39に接続されこれにより加熱される。電源部39は、外部の制御装置6から電線43を介して電力の供給を受ける。

【0046】円板状空域33の周域に、熱線放射体41と同心に、シリンドリカル・サーキュラー・レンズ44が配置され、止めねじ45によりケーシング31に固着されている。シリンドリカル・サーキュラー・レンズ44は、シリンドリカル・レンズ(リニア)を円形・リング状に曲げて作成した熱に強い光学部品である。

【0047】ケーシング31の外周域は、走査機構4により被検査タイヤ7の内側表面の近くに位置づけられる。電源部39に電気を供給し、発熱体42(例示:セラミック・ヒータ、ハロゲンランプ、キセノンランプ、タングステン発光体、レーザ、マイクロ波)を発熱させて熱線放射体41を加熱すると、熱線放射体41の周面から熱線が放射される。

【0048】その熱線37は、反射体36A、Bの対向面で複数回以内の反射を繰り返し、シリンドリカル・サーキュラー・レンズ44を通る際に、熱線放射体41の中心軸に対して放射方向にある広がり角度を持たせられ、且つ、集束させられながらシリンドリカル・サーキュラー・レンズ44から放射され、被検査タイヤ7のある回転角度範囲の内側表面を局部的に加熱することができる。回転する被検査タイヤ7の内側表面は、全周域で加熱される。

【0049】図7は、図3に示される温度変化付与装置2'の変形例を示している。その温度変化付与装置2'は、サイズの点を除き、図6に示した温度変化付与装置2に全く同じである。温度変化付与装置2'は、温度変化付与装置2が相似的に拡大されたものである。温度変化付与装置2'の外形の直径は、被検査タイヤ7の中心穴の直径Dより僅かに小さい。

【0050】温度変化付与装置2'は、概ね、被検査タイヤ7の中心領域に位置づけられる。被検査タイヤ7の内側表面部は、温度変化付与装置2'のシリンドリカル・サーキュラー・レンズ44から放射される熱線37に



より、同時に熱せられ、その大域的加熱のために第2支持腕16'の回転を必要としない。被検査タイヤ7の検査方法は、図3に示される実施の形態のそれに全く同じである。

【0051】図8(a)、(b)は、図4に示される温度変化付与装置21の実施の形態を示している。温度変化付与装置21には、円柱形状のケーシング31'が設けられている。ケーシング31'は、断熱材で形成されている。ケーシング31'は、カバー32'で覆われている。ケーシング31'の中には、円板状空域33'が形成されている。

【0052】円板状空域33'は、ケーシング31'の弦月状部分34'の区切平面35'で区切られている。区切平面35'は、被検査タイヤ7の軸心線に概ね平行な線の集合として形成され、且つ、その状態で被検査タイヤ7の内周面の近くに位置づけられる。

【0053】円板状空域33'は、区切平面35'に直交し互いに平行な2平面によっても区切られている。その2平面に冷風51を反射させる案内板52が接合している。案内板52は、対向していてその間の冷風51を放射方向に案内する。ケーシング31'には、円板状空域33'に連続する円柱状空域38'が形成されている。区切平面35'にも、他の案内板53が接合している。

【0054】円柱状空域38'に通じる空気導入管54が、ケーシング31'を貫通している。案内板52の一方の中心域には穴55が開けられている。案内板52の他方の中心域には、コーン面形状の突起面56が設けられている。制御装置6により温度制御された冷風は、空気導入管54、円柱状空域38'、穴55を介して、円板状空域33'に導入される。

【0055】このように導入された冷風は、突起面56で放射方向に向くように整流され、両案内板52の間で放射方向に流れを形成し、円板状空域33'の外側縁から概ね放射方向に噴出する流れ57を形成し、被検査タイヤ7の内側表面部を局所的に冷却する。

【0056】温度変化付与装置21は、これ自体が加熱装置になりうる。冷風51に代えて熱風を送り込むことにより、被検査タイヤ7を加熱することができる。その加熱の後に冷風を送れば、加熱工程と冷却工程との間で、装置、タイヤを移送する必要がない。温度変化付与装置21は、これらのサイズが拡大されれば、大域的加熱装置として用いることができる。

【0057】図9は、温度変化検出装置3の実施の形態を示している。温度変化検出装置3は、被検査タイヤ7の軸心線に直交する線に平行な光軸Lを持つ光学検出系として提供されている。光学検出系は、一体のセンサホルダ61を備えている。光軸Lに一致する回転軸心線を持つ回転軸62が、ミラー回転用モータ63により回転駆動される。

【0058】ミラー回転用モータ63は、センサホルダ61に嵌めこまれて固定されている。走査型検出用ミラー64が、回転軸6に固定され取り付けられている。走査型検出用ミラー64の平面である反射面は、その放線方向が回転軸62の回転軸心線である光軸Lに対して適正な角度(概ね45度)で交叉している。

【0059】光学検出器65が、センサホルダ61に嵌め込まれて取り付けられている。光学検出器65は、スポット型赤外センサ66と光電子増倍管(図示せず)のような増幅器とから形成されている。スポット型赤外センサ66は、赤外線、遠赤外線、マイクロ波を検出する光電子素子を備えている。スポット型赤外センサ66の前面部に、集光レンズ(図示せず)を位置づけることがある。

【0060】走査型検出用ミラー64の反射面は、光学的にスポット型赤外センサ66に対向している。集光レンズ67が、スポット型赤外センサ66と走査型検出用ミラー64との間に介設されてセンサホルダ61に固定されている。センサホルダ61は、連結具68を介して図2に示される支持腕16又は温度変化付与装置2に連結している。センサホルダ61は、連結具68の延び分の距離だけ、即ち、被検査タイヤ7の回転に支障が生じない程度の距離だけ、被検査タイヤ7の内側表面部に接近することができる。

【0061】被検査タイヤ7の内側内周面の1点Pから反射した円錐状光束の光軸線L'は、走査型検出用ミラー64の概ねの中心点(走査型検出用ミラー64の反射面と光軸Lが交わる交点)を通る。そのように、センサホルダ61の位置が走査機構4などにより調整されている。点Pから放射される光エネルギー・コーンは、走査型検出用ミラー64で反射し、集光レンズ67で集光される。スポット型赤外センサ66の受光面は、点Pに関して焦点位置に位置づけられている。

【0062】このようにスポット型赤外センサ66で集光された光エネルギーは光電変換され、その光電変換信号は、電圧的増幅を受けて信号処理装置5に伝送される。光エネルギーの大きさは、点Pの温度の関数であるので、その光電変換信号は温度変化に対応するデータを含んでいる。

【0063】走査型検出用ミラー64を回転させることにより、被検査タイヤ7の円周方向に直交する方向Aを持つ微小領域を走査してその微小領域の温度変化を連続的に検出することができる。更に被検査タイヤ7を回転させることにより、その円周方向に走査して、内表面の全域で温度変化を検出することができる。

【0064】図10は、温度変化検出装置3の実施の他の形態を示している。温度変化検出装置3は、タイヤの軸心線に平行な光軸L'を持つ光学検出系として提供されている。その光学検出系は、一体のセンサホルダ61'を備えている。光軸L'に直交する回転軸心線を

持つ揺動軸62'が、ミラー揺動用モータ63'により振動的に回転駆動される。

【0065】ミラー揺動用モータ63'は、センサホルダ61'に固定されている。走査型検出用ミラー64'が、揺動軸62'に固定され取り付けられている。走査型検出用ミラー64'の平面である反射面は、その放線方向が揺動軸62'の回転軸心線に直交している。揺動軸62'の揺動軸心線は、被検査タイヤ7の軸心線に概ね平行である。

【0066】球面型レンズ71が、センサホルダ61'に固着されている。球面型レンズ71の光軸L'は、揺動軸62'の揺動軸心線に直交している。光学的検出器が、センサホルダ61'に嵌め込まれて取り付けられている。光学的検出器は、リニアアレイ型赤外線センサ72と光電子増倍管(図示せず)のような増幅器とから形成されている。

【0067】リニアアレイ型赤外線センサ72は、走査型検出用ミラー64'の反射面に平行であり光軸L'に直交する方向に光検出素子(光電変換素子)が並ぶ光検出器である。リニアアレイ型赤外線センサ72は、赤外線、遠赤外線、マイクロ波を検出する光電子素子を備えている。走査型検出用ミラー64'とリニアアレイ型赤外線センサ72の間に球面型レンズ71が介設されている。連結具68の機能は、既述の通りである。

【0068】この実施の形態は、点ごとに走査するのではなく、線単位で走査することができる。被検査タイヤ7の内表面の線領域P'は、走査型検出用ミラー64'と被検査タイヤ7からなる光学系により、リニアアレイ型赤外線センサ72の光電変換素子面上に実像として写像される。

【0069】このような温度変化検出走査系は、被検査タイヤ7の円周方向に直交する方向に線単位で被検査タイヤ7の内側表面部の温度変化を連続的に検出することができる。更に被検査タイヤ7を回転させることにより、その円周方向に走査して、内表面の全域で温度変化を検出することができる。

【0070】図11は、温度変化検出装置3の実施の更に他の形態を示している。温度変化検出装置3は、軸心線に直交する光軸L''を持つ光学的検出系として提供されている。その光学的検出系は、一体のセンサホルダ61''を備えている。光学的検出器65''が、センサホルダ61''に嵌め込まれて取り付けられている。

【0071】光学的検出器65''は、2次元赤外線センサ82と光電子増倍管(図示せず)のような増幅器とから形成されている。光軸L''は、被検査タイヤ7の外周部の内周面81に概ね直交している。球面型レンズ83は、被検査タイヤ7の外周部の内周面81と2次元赤外線センサ82との間に介設されている。

【0072】このような光学系は、通常のカメラに一致している。この実施の形態は、被検査タイヤ7の内部表

面部のある回転角度範囲の平均的温度を検出し、その検出範囲である局部的範囲が既述の実施の形態のものに比べて2次的に拡大され、タイヤの底部を主として検査する場合に適している。

【0073】図12は、温度変化検出装置3の実施の更に他の形態を示している。温度変化検出装置3は、その構造が図11に示されるそれと全く同じであり、被検査タイヤ7に対する配置関係も図11に示されるそれと全く同じである。更に、球面型レンズ83と被検査タイヤ7の外周部の内周面81との間に、1組の透過型反射ミラー91が介設されている。

【0074】透過型反射ミラー91は、互いに直交する反射面91A、91Bを持ち、反射面91Aは内周面81の半分側に対向し、反射面91Bは内周面81の他の半分側に対向している。被検査タイヤ7の側周部の片側の内周面92Aは反射面91Aに対して概ね45度の傾斜角で傾斜し、被検査タイヤ7の側周部の他の片側の内周面92Bは反射面91Bに対して概ね45度の傾斜角で傾斜している。

【0075】内周面92Aから放射される熱線93は透過型反射ミラー91の反射面91Aで反射して2次元赤外線センサ82で結像し、内周面92Bから放射される熱線94は透過型反射ミラー91の反射面91Bで反射して2次元赤外線センサ82で結像し、内周面81から放射される熱線95は透過型反射ミラー91の反射面91A、反射面91Bを透過して2次元赤外線センサ82で結像する。この実施の形態は、被検査タイヤ7の内側内面部の3つの領域面を一時にカバーしたより広域の局所領域の温度変化を検出することができる。

【0076】図13は、温度変化検出装置3の実施の更に他の形態を示している。温度変化検出装置3は、図12の透過型反射ミラー91に代えられて、コーン(円錐)形状反射面を持つ全反射ミラー111に置換されている。図13は、他の構成については、温度変化検出装置3の被検査タイヤ7に対する光軸方向を除き図12に全く同じである。光軸方向Mは、被検査タイヤ7の中心軸心線に直交している。

【0077】全反射ミラー111の反射面である円錐面112の中心対称軸線は、概ね、光軸Mに一致している。被検査タイヤ7の内側内面部のトーラス断面上の近似円弧領域Nの任意の点P''から放射される熱線113は、2次元赤外線センサ82上に集光する。

【0078】被検査タイヤ7の円周方向に直交する方向に線単位で被検査タイヤ7の内側表面部の温度変化を連続的に検出することができる。更に被検査タイヤ7を回転させることにより、その円周方向に走査して、内表面の全域で温度変化を検出することができる。

【0079】図14は、温度変化検出装置3の実施の更に他の形態を示している。温度変化検出装置3は、図13の全反射ミラー111を用いる点では、図13の実施

の形態に共通している。一体のセンサホルダ113の光軸Kは、被検査タイヤ7の中心線に概ね一致している。

【0080】全反射ミラー112は、コーン状反射面115を有している。コーン状反射面115の中心対称軸心線は、概ね、光軸Kに一致している。被検査タイヤ7の内周面の全域の任意の1点から放射される熱線116は、レンズ83を介して、概ね、微少領域である2次元赤外線センサ82の光電変換面に集束（収束）する。

【0081】この実施の形態は、被検査タイヤ7を回転させずに、被検査タイヤ7の底部の全域の温度変化を同時に検出することができる。結像はリング状に形成されることができ、CCDの番地により同時に全域の各点の温度変化を検出することができる。

【0082】図15は、走査機構4の詳細を示している。走査機構4は、X軸・Y軸走査用レール15と支持腕16を含む。X軸・Y軸走査用レール15と支持腕16は、X軸走査用レール121、Y軸走査用レール122、Z軸走査用レール123にそれぞれに対応している。X軸方向移動体124は、X軸走査用レール121に案内されて移動し、X軸走査用レール121の任意のX座標位置で固定されるように内部に移動位置制御機構を含んでいる。このような移動位置制御機構としては、歯車噛合構造、スクリュー螺合機構、磁気的無接触位置決め機構などの慣用技術が適用される。

【0083】Y軸走査用レール122は、X軸走査用レール121に直交する座標指標を有し、X軸走査用レール121に直交する方向に延びてX軸方向移動体124に固定されている。Y軸方向移動体125は、Y軸走査用レール122に案内されて移動し、Y軸走査用レール122の任意のY座標位置で固定されるように内部に他の移動位置制御機構を含んでいる。

【0084】Z軸方向移動体126は、Y軸走査用レール122に直交して鉛直方向に向き、相対的にY軸方向移動体125に案内されて移動し、自己の任意のZ座標位置でY軸方向移動体125に対して相対的に固定されるように内部に更に他の移動位置制御機構を含んでいる。Z軸方向移動体126は、Z軸走査用レール123に同一である。

【0085】Z軸方向移動体126の下端部は、既述の温度変化付与装置2（図2、3参照）、温度変化検出装置3（図2、3参照）、局部冷却装置21（図4参照）が取り付けられる取付座127として形成されている。温度変化付与装置2と温度変化検出装置3は、このような走査機構4により3次元座標系の中で任意の位置に移動し、その位置で固定され、そのための各位置制御機構は、制御装置6により制御されている。

【0086】図16は、図1に示される信号処理装置5の実施の形態を示している。信号処理装置5は、信号処理部131を含む。信号処理部131には、外部からI/O装置137とメモリ装置129を介して、タイヤ設

置テーブル1の回転角度位置信号133、温度変化付与装置2が出力する温度エネルギー信号134、温度変化検出装置3が検出する温度信号（又は温度変化信号）135、3次元走査機構4が出力する取付座127又は取付座127に対して相対的に位置決めされている温度変化付与装置2、温度変化検出装置3の3次元座標位置信号136がそれぞれに入力される。

【0087】これら信号が信号処理部131で処理され、信号処理部131による処理済み信号は、出力装置138に出力される。物理量検出系139は、制御装置6と信号処理装置5とでループを形成している。I/O装置137は、A/D変換器、D/A変換器を含み、位置信号と組を形成する温度信号135をデジタル信号に変換し、又は、逆変換する。

【0088】信号処理部131は、3次元座標位置信号136と回転角度位置信号とから温度信号135が急変する温度変化位置を割り出す。信号処理部131は、被検査タイヤ7の温度急変部の有無、温度急変部の位置、その温度急変部の大きさを検出し、且つ、これらの位置、大きさを計算する計算部（図示せず）を備えている。

【0089】制御装置6は、タイヤ設置テーブル1、温度変化付与装置2、温度変化検出装置3、走査機構4のそれぞれの動作を制御する。制御装置6は、タイヤ設置テーブル1に設置される被検査タイヤ7の中心位置をタイヤ設置テーブル1の回転中心位置に一致させるための第1位置制御、加熱すべき被検査タイヤ7の内側表面部に対する適正位置に温度変化検出装置3を位置づけるために第2位置制御、その内側表面部の温度が適正な値になった後にその後の温度を検出する温度変化付与装置2の適正な位置を制御するための第3位置制御、温度変化検出装置3が放出する加熱量を適正に制御するための熱量供給制御、温度測定の完了後に運動系、加熱系を原点復帰させる原点復帰制御を担当している。

【0090】図20は、検査対象のタイヤを例示している。タイヤは、一般に、接地面側と側面側とで異なる構造を有し、接地面側では、外周面から内周面に向かって、ゴム・トレッド部141と、外側コード部142、スチール・コード部143、内側コード部144、ゴム・内膜部145とから形成される多層構造を備えている。そのタイヤは、その側面側では、外側から内側に向かって、外側ゴム部145と、コード部146、内側ゴム部147とから形成される多層構造を備えている。このような多層構造は、それぞれの層間が強靱に接着・接合されている。

【0091】このようなタイヤを内表面から加熱すると、加熱エネルギーが内表面から内部に向かって滲入するにたがって、温度分布が現れる。その温度分布は、ゴム・内膜部145、内側ゴム部147の厚さ、材質、表面から内部に向かう断面構造の違いに対応して相違す

る。表面下に空気層などがあると、その空気層は、ゴムに比べて熱伝導率が低いので、加熱エネルギーは内部に向かって滲入することなく表面部に貯留され、その貯留部の表面温度はその周囲部分よりも高くなる傾向を示す。

【0092】温度分布検出方法：また、タイヤを構成する外側コード部142、スチール・コード部143、内側コード部144、コード部145、コード部146は、合成繊維で形成され、ゴムとは異なった熱伝導率を有するので、それらのコードを覆う内膜が薄い部分では表面温度が他の部分に比べて異なる傾向を示す。このような相違傾向を反映する温度分布は、そのタイヤの不具合部分の存在、その位置、その大きさに対応している。

【0093】タイヤへの加熱エネルギーは、既述の複数の実施の形態で示されるように、局所的に、又は、全体的にタイヤ表面（内面、外面、両面）に与えられる。図17（a）、（b）は、被検査タイヤ7の不具合事象による表面温度変化を示している。同図（a）は表面のみ加熱したときの表面温度変化を示し、同図（b）は全体を一樣に加熱した後に局部冷却を行ったときの表面温度変化を示している。

【0094】図17（a）に示されるように、ボイド151が存在する領域のタイヤ内面では、加熱による入力エネルギー152の反射・放出量が多く、その領域の表面温度は高く（155）なって現れる。冷却式の実施の形態では、図17（b）に示されるように、加熱により内部に貯蔵された入熱エネルギー153のうちの内表面からの放出エネルギーは、ボイド151が存在する領域のタイヤ内面で少なく、その領域の表面温度は低く（156）なって現れる。

【0095】加熱時間が長くなると、内部まで加熱エネルギーが滲入して飽和状態になり、表面温度の差がなくなる。表面下の不具合の検出は、加熱エネルギーの入熱・入射後の適正な時間内で行うことは重要である。加熱エネルギーの入力の停止後は、その停止直後から、表面の狭い領域に発生した温度変化部で、その部分の熱流が拡散して、不具合部との温度差が減少する。図20に示される小さいボイド157の検出の際にも、加熱エネルギーの入熱・入射後の適正な時間内で行うことが重要である。

【0096】このように、タイヤ内表面、内表面近傍の不具合事象の検出のためには、タイヤ内表面を短時間で加熱してその直後にその温度分布を検出することが有効であるが、タイヤ表面を十分に一定温度になるように加熱した後に、局所的に又は全域的に同時に冷却して、その冷却直後に表面温度の分布を検出することは、不具合部分の発見のために有効である。この場合、その不具合部分の検出も、冷却後の適正な時間内に行われることが特に好ましい。

【0097】このような局所的加熱・冷却、全域的加熱

・冷却のような入熱方法の多様性は、既述の諸装置により達成されうることが明かである。図2～4に示される諸装置は、不具合部分の連続的な検出をも可能にしている。タイヤ内表面の連続的加熱、加熱位置を変更しながら局所的加熱を実行し、加熱により発生した温度変化を連続的に検出することも可能である。

【0098】図3に示される装置は、タイヤ内表面全域を同時加熱し、その直後に、タイヤ内表面全域の表面温度分布を検出することにより、不具合事象を検出している。図4に示される装置は、表面温度検出センサに近接して冷却装置を置き、タイヤ内表面を局部的に冷却しながら表面温度の変化を検出することにより、不具合事象の検出を可能にしている。

【0099】タイヤ内表面全域の表面温度の検出のためには、温度変化付与装置でタイヤの内面全域に温度変化を発生させるとともに、被検査タイヤが温度変化検出装置の温度変化検出位置に位置決めされていることが重要であり、更に、温度変化の検出センサがポイント状、直線状、面状であって、内表面全域の温度情報が同時に得られない場合には、そのセンサのみの移動、タイヤの移動、これら両方の移動により内表面全域の温度変化を測定することが必要であり、このような必要性は、図5に示されるタイヤ設置テーブル1によって充足されている。

【0100】図6に示される温度変化付与装置は、タイヤの回転方向に直交する断面を線状に全域を加熱することができ、タイヤ又は温度変化付与装置を回転させることにより、そのタイヤの円周方向全域で急激な熱流を生じさせ、その表面温度の急変を発生させることができるため、その表面及びその近傍のタイヤの性質の差異を顕著に検出することができる。更に、加熱エネルギーを反射ミラー、レンズにより集束することにより、異なった直径のタイヤについても、その内表面で温度変化の付与エネルギーの変動を少なくして、その不具合の検出に良好で安定した条件を維持することができる。

【0101】図7に示される温度変化付与装置は、タイヤの内面全域に同時に加熱エネルギーを付与することができ、タイヤ、当該装置を回転させる必要がなく、当該検査装置の簡単化と検査速度の向上の点で特に好ましい。

【0102】図8に示されるタイヤ検査装置は、加熱源として熱風、冷風を用いており、熱風を吹き出すことにより、図6に示される装置と同等の作用を得ることができ、図7に示される装置との組合せにより、冷風を吹き出すことにより、タイヤ内表面で局所的な温度変化を付与することができ、図6に示される装置と同等の作用効果を得ることができる。更に、冷却空気の吹き出しノズルがガイド板のみであるため、当該装置の小型化が達成される。

【0103】図9に示される温度変化検出装置は、タイ

ヤの円周方向に直交する断面の線状部分の温度変化を検出することができる。図18は、適正な信号処理が行われた検出信号を示している。横軸はトーラス部分の回転方向角度位置を示している。その小型化が可能である図9に示される当該装置は、タイヤの内部に位置づけられて、タイヤの回転、又は、当該装置のタイヤの内周に沿う走査により、内表面全域について、不具合事象の発見が可能である。

【0104】図10に示される温度変化検出装置は、タイヤの断面について帯状の温度変化を検出することができる。当該装置は、図9に示される装置に比べて、温度変化を高速に検出することができる。

【0105】図11に示される温度変化検出装置は、タイヤを回転させることなく、タイヤ内表面のある区画の温度変化を検出することができる。図10に示される装置に比べて、温度変化を更に高速に検出することができる。この場合、極めて広角のレンズを適用することにより、側面、底面の全域の温度変化の検出が、タイヤを回転させ、又は、当該装置を回転させることにより可能である。

【0106】図12、13に示される反射ミラーを用いることにより、タイヤを回転させ、又は、当該装置を回転させることにより、タイヤ内表面の全域について、その温度変化の検出が可能である。この場合、比較的大型の赤外線カメラによりタイヤの狭い領域についてその検出が可能である。

【0107】図14に示される温度変化検出装置は、図13に示される装置と同様な構成の円錐状反射ミラーと赤外線カメラにより、観察方向を変更することにより、タイヤ内周にわたって、主として、底面全域の温度変化の検出が可能である。図9、10、12、13、14に示される複数・装置を構成する反射ミラーには、冷却装置を備えさせることが好ましい。その冷却は、反射ミラーから放射される熱エネルギーを低減させ、タイヤ内表面温度変化の検出分解能を向上させることができる。

【0108】走査機構4は、レンズの焦点位置の位置合わせ、反射ミラーの位置決め、それらとタイヤ内表面との相対的距離の調整、既述の位置制御のために重要であり、このような位置調整は入熱エネルギーの一定性を確保する点でも重要であり、結局、温度変化の検出分解能の向上に特に重要である。更には、反射ミラーなどの部品を狭い空間中に位置決めするためにも重要である。

【0109】タイヤの断面は、既述の通り、位置場所により相違している。内表面に均一に加熱エネルギーが入力されたとしても、図18に示されるように、その表面温度は均一ではない。信号処理装置5は、タイヤの種類と表面温度付与装置との関係により検出される表面温度分布と、ボイドなどタイヤの不具合事象を含む場合の温度分布との差異を取り出すことができる機能を有している。

【0110】そのような差異は、図19(a)、(b)に示されるように、取り出されている。図19(a)は、その温度が検出される2つの走査線A、Bを示し、走査線A上にボイド157が存在している。図19(b)は、走査線A、B上の温度分布曲線TA、TBを示している。温度分布曲線TA、TBは、メモリ装置129に記憶されている。同図中に、信号処理結果である差分(TA-TB)が書き込まれている。

【0111】差分曲線の膨張部は、ボイドの存在を示し、膨張部の横座標間隔はボイドのその方向の大きさと発生位置を示す。2次元赤外線センサにより得られる情報・データは、区画分割された区域の中のデータを平均した平均値を取るることにより、2次元分布の温度変化部分を計算により検出することができる。制御装置は既述の各種の制御を行うほかに、調芯テーブルの動作の制御、その回転速度、その停止、タイヤの回転速度に関係するエネルギーの入熱速度の制御も行うことができる。

【0112】図21は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の他の形態を示している。そのタイヤ検査装置は、既述の実施の複数・形態と同じく温度変化検出装置である光学装置と温度変化付与装置を含んでいる。この実施の形態では、温度変化付与装置は、図3に示されるように、温度変化付与光源装置を含んでいる。その温度変化付与光源装置211は、光学的熱線放出源を含んでいる。その光学的熱線放出源には、熱線誘導ファイバー212の一端が接続している。熱線誘導ファイバー212の他端は、コリメータ213に接続されている。

【0113】コリメータ213は、熱線誘導ファイバー212の端面からコーン状に放射される熱線束を複数・レンズを用いてある有効直径の熱線ビームに変換する。コリメータ213の光軸上に透過型反射鏡214が配置されている。その光軸は、90度回転して、回転型反射ミラー215に向かう。回転型反射ミラー215は、駆動モータ216の出力軸217に取り付けられている。

【0114】回転型反射ミラー215の反射面(平面)は、出力軸217の回転軸心線に対して45度の角度を有している。透過型反射鏡214により回転変換を受けた主光軸218は、概ね、出力軸217の回転軸心線に一致している。回転型反射ミラー215にはその中心領域に、組プリズム219が取り付けられている。組プリズム219は、主光軸218をシフト光軸220に位置シフトさせる複反射機能を有している。シフト光軸220は、主光軸218に平行である。組プリズム219に代えて、組反射鏡を用いることができる。

【0115】シフト光軸220は、回転型反射ミラー215の平面により90度の回転変換を受け、入射光軸221に変換される。入射光軸221は、被検査タイヤ7の内(周)面に概ね直角に入射する。その入射点は、Pで示されている。入射点Pから距離ΔRだけ離れた位置

## 21

に放射点P'が採られている。点Pと点P'を結ぶ線分は、被検査タイヤ7の中心線を含む平面と被検査タイヤ7の内周面が交叉する概円弧222の部分である。回転型反射ミラー215の中心点は、被検査タイヤ7の円周中心線上にあり、且つ、特定の1本の概円弧222の概ねの中心点に一致している。

【0116】放射点P'から放射される熱線の一部は、入射光軸221に平行な戻り光軸223上にある。戻り光軸223は、回転型反射ミラー215の中心点を通っている。戻り光軸223は90度の回転変換を受け戻り主光軸224に変換される。戻り主光軸224は、主光軸218に一致している。

【0117】戻り主光軸224は、透過型反射鏡214を透過して赤外線センサ225に入射する。赤外線センサ225の前方に集光用レンズ226が配置されている。赤外線センサ225の受光信号は、プリアンプ227により増幅される。赤外線センサ225としては、熱型ボロメータ、焦電検出装置、量子型の光導電装置、光起電力装置、不純物型装置のような検出装置が、冷却型、非冷却型により用いることができる。集光用レンズ226は、被検査タイヤ7から放射される赤外線に対して実用的な透過率が得られる材料が用いられる。そのような材料は、Ge、Siを含有している。

【0118】駆動モータ216と赤外線センサ225を受容している受容器228は、1体の枠体229に取り付けられている。枠体229は、図15の取付座127に固定されて取り付けられる。枠体229に、基準熱源231が取り付けられている。基準熱源231は、基準熱線232を放出する。基準熱線232は、回転型反射ミラー215の中心点に常態的に入射し、その中心点近傍の温度を一定に維持することができる。

【0119】集光用レンズ226の前方に、フィルタ233が配置されている。フィルタ233としては、温度変化付与光源装置211が放出する光学的熱線を透過させず、被検査タイヤ7が放射する熱線、基準熱源231が放射する基準熱線232を透過させるものが選択されている。

【0120】図22は、図21の装置に対応する制御装置6の実施の形態を示している。この制御装置6は、これに接続される装置として基準熱源231が追加されている点で、図1の制御装置と異なっている。図22では、タイヤ設置テーブル1は省略されている。温度変化検出装置3から出力される信号に対応する温度が急減する場合には、加熱用の熱線ビームは被検査タイヤ7からはずれている。検出温度が低いこのような期間は、制御装置6は温度変化付与光源装置211からの加熱用熱線の放出を停止させる。

【0121】コリメータ213を通過した熱線ビームは、主光軸218、シフト光軸220、入射光軸221を通過して被検査タイヤ7の内表面の点Pに入射する。

## 22

このような入射ビームを受ける点Pの近傍では、急激にその温度が上昇する。点Pの入熱エネルギーは速やかにその周囲に拡散する。その拡散は、面上拡散と面内拡散がある。点Pの近傍の点P'の温度は、点Pの温度上昇に僅かに遅延して急激に上昇する。点Pが熱を受ける以前から既に点Pの温度は上昇しつつあり、同時に、点P'の温度も上昇しつつある。

【0122】点Pに加熱ビームが入射する時刻で点P'から放射する放射熱線は、戻り光軸223、戻り主光軸224、主光軸218を通り、更に、透過型反射鏡214を透過して、集光用レンズ226で集光され、赤外線センサ225に入射する。赤外線センサ225が発生し、プリアンプ227で増幅され制御装置6に入力される電気信号は、その瞬間の点P'の温度に比例している。

【0123】回転型反射ミラー215が回転していれば、連続的に加熱され温度が急上昇する微小領域は、温度検出系に対しては一定速度で移動していることになる。このような移動する微小領域に含まれる放射点P'の温度は、被検査タイヤ7の内表面が一様であれば、一定である。現実の被検査タイヤ7の内表面は完全な円筒面ではなく変形円筒面である。複数の被検査タイヤ7が同一であれば、1概円弧222上の温度パターンは、複数の被検査タイヤ7で同一である。レーザー加熱が行われる本実施の形態では、局所的に急激に温度上昇する。

【0124】局所的に急激に温度上昇するということは、局所的に急激に温度低下することを意味する。このような局所的な温度上昇の領域を常態的に観測するので、外界の影響を受けにくく、且つ、その局所領域の温度（絶対値ではない）を正確に計測することができる。もし、被検査タイヤ7の内面に異常があれば、温度の急激な変化が局所領域で起こる。その急激な変化の幅の絶対値が大きいため、本実施の形態は高精度な欠陥発見を可能にしている。

【0125】図24は、温度変化検出装置により検出された温度変化を例示している。この温度変化は、被検査タイヤ7の内表面の温度変化である。図23は、被検査タイヤ7の内表面の座標系の設定を示している。円周方向の座標は $\theta$ で表され、被検査タイヤ7の円周中心線の回りの角度を $\phi$ で表せば、 $a\phi (=R)$ は、被検査タイヤ7の中心軸心線を含む平面と被検査タイヤ7の内表面の交叉線である概円弧の座標を示している。

【0126】図24は、被検査タイヤ7の内表面に関して、ある角度 $\theta$ の位置のR方向の温度分布を示している。Rの範囲は、 $\phi$ に関して概ね120度である。その $\theta$ の座標位置では、不具合部分が1カ所ある。その不具合部分は、急激に温度が高くなっている部分251として現れている。

【0127】図25(a)、(b)、(c)は、信号処理装置5がR方向の温度分布を差分処理する方法を示している。図25(a)は、 $\theta$ が $\theta_1$ である位置のR方向



23

の温度分布 $T\theta 1$ を示している。図25(b)は、 $\theta$ が $\theta 2$ である位置のR方向の温度分布 $T\theta 2$ を示している。図25(c)は、 $\Delta T\theta 1$ を示している。

$$\Delta T\theta 1 = T\theta 2 - T\theta 1.$$

ここで、 $\theta 2$ は $\theta 1$ の近傍の位置座標である。

【0128】被検査タイヤ7に不具合がなければ、近傍領域にある $\theta 1$ と $\theta 2$ の両位置で、温度分布は同じであるから、 $\Delta T\theta 1$ はほとんど零である。図24に示される不具合があれば、その不具合がある位置Rで、電気信号が零でない値として現れる。 $\theta$ の値が更新され、制御装置6は被検査タイヤ7を $\Delta\theta$ だけ回転させる。次に、 $T\theta 3$ と $T\theta 2$ との差分 $\Delta T\theta 2$ が計算される。このように被検査タイヤ7の全周について差分がとられ、不具合がある2次元面上の範囲S(R,  $\theta$ )が特定される。

【0129】図26(a), (b), (c)は、信号処理装置5が $\theta$ 方向の温度分布を差分処理する方法を示している。図26(a)は、RがR1である位置の $\theta$ 方向の温度分布 $TR 1$ を示している。図26(b)は、RがR2である位置の $\theta$ 方向の温度分布 $TR 2$ を示している。図26(c)は、 $\Delta TR 1$ を示している。 $\Delta TR 1 = TR 2 - TR 1$ 。ここで、R2はR1の近傍の位置座標である。

【0130】被検査タイヤ7に不具合がなければ、近傍領域にあるR1とR2の両位置で、温度分布は同じであるから、 $\Delta TR 1$ はほとんど零である。 $\theta$ 方向に不具合があれば、その不具合がある位置Rで、電気信号が零でない値として現れる。Rの値が更新され、制御装置6は回転型反射ミラー215を $\Delta R$ だけ回転させる。次に、 $TR 3$ と $TR 2$ との差分 $\Delta TR 2$ が計算される。このようにR方向の全領域について差分がとられ、不具合がある2次元面上の範囲S(R,  $\theta$ )が特定される。

【0131】図25(b)に示されるように、不具合箇所がない場合にも、温度変化が現れる。この温度変化は、その被検査タイヤ7に固有のものである。近接2点で差分をとることにより、その被検査タイヤ7に固有の温度変化を除去することができる。更に、図26(b)に示されるように、R方向にも固有の温度変化が現れる。R方向の近接2点の差分をとることにより、固有の温度変化を除去することができる。R方向及び $\theta$ 方向の差分をとることにより、タイヤ種類固有の表面温度分布の違いによる影響をより一層に軽減することができるので、片方の差分に基づく判断よりも、より一層に正しい判断が行われ得る。

【0132】図27と図28は、熱伝導の相違に基づく2通りの加熱方法を示している。図27に示されるように、外部から表面に一樣に供給された熱は、表面に沿う熱伝導はなく、深部に向かう熱伝導252のみが起こる。一部にボイド253があれば、熱分布は図27

(b)に示されるような対称熱分布が現れる。このような入熱方法を、面外加熱方法と呼ぶ。図28に示される

24

ように、外部から表面に局部的に供給された熱は、表面に沿う熱伝導254及び深部に向かう熱伝導255の両方が起こる。一部に割れ256があれば、迂回熱伝導が更に現れ、熱分布は図28(b)に示されるような非対称熱分布が現れる。このような入熱方法を、面内加熱方法と呼ぶ。

【0133】本発明が面外加熱の場合にも面内加熱の場合にも適用されることが、図29～図31に示されている。図29(a)に示されるように、加熱入力点Pが低速で矢方向に移動するので、不具合箇所がなく、加熱表面に固有の非対称性がなくても、計測点P'は入熱点Pより移動方向に $\Delta L$ だけずれていて、R方向の表面温度分布には非対称性が現れる。この温度分布は、加熱点Pの通過直後の位置で最高値を示す非対称性を示す。

【0134】図30は、ボイド253がある場合を示している。計測される熱分布は、移動方向に後方に熱伝導量がより多くなり、ボイドがない場合の熱分布257よりも温度が高くなる熱分布258を示す。この温度分布は、加熱点Pの通過直後の位置で最高値を示す非対称性を示し、且つ、ピーク値比較で、 $\Delta T$ の差が生じて全体に温度が高くなる。図31に示されるような割れ256があると、面内加熱が行われ、移動方向に前方で割れない場合の温度分布よりも高い温度分布259が現れる。面内加熱が行われ、加熱点Pの後ろの位置での温度変化は、加熱点の直前に割れがあれば、温度が高くなる変化であり、加熱点の直後に割れがあれば、温度が低くなる変化である。このように、加熱点に近接した一定の位置の温度変化を連続的に検出することにより、剥離も割れも同じ検査工程で同時に発見することができる。

【0135】

【発明の効果】本発明によるタイヤ検査装置は、タイヤの不具合を有効に検出することができ、更には、高速に検出することができる。更には、不具合の種別を判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の形態を示す回路ブロック図である。

【図2】図2は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の形態を示す射軸投影図である。

【図3】図3は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の他の形態を示す射軸投影図である。

【図4】図4は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図5】図5は、タイヤ設置テーブルの実施の形態を示す射軸投影図である。

【図6】図6は、温度変化付与装置の実施の形態を示す断面図である。

【図7】図7は、温度変化付与装置の実施の他の形態を示す断面図である。

【図8】図8は、温度変化付与装置の実施の更に他の形

態を示す断面図である。

【図9】図9は、温度変化検出装置の実施の形態を示す射軸投影図である。

【図10】図10は、温度変化検出装置の実施の他の形態を示す射軸投影図である。

【図11】図11は、温度変化検出装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図12】図12は、温度変化検出装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図13】図13は、温度変化検出装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図14】図14は、温度変化検出装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図15】図15は、走査機構の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図16】図16は、温度変化付与・検出のための回路の実施の形態を示す回路ブロック図である。

【図17】図17(a)、(b)は、温度変化を示すグラフである。

【図18】図18は、他の温度変化を示すグラフである。

【図19】図19(a)、(b)は、タイヤの不具合の発生と温度変化を示す射軸投影図、グラフである。

【図20】図20は、タイヤの多層構造を示す断面図である。

【図21】図21は、本発明によるタイヤ検査装置の実施の更に他の形態を示す射軸投影図である。

【図22】図22は、制御系の実施の他の形態を示す回路ブロック図である。

【図23】図23は、タイヤの座標系を示す射軸投影図である。

【図24】図24は、温度分布を示すグラフである。

【図25】図25(a)、(b)、(c)は、それぞれに温度分布を示すグラフである。

【図26】図26(a)、(b)、(c)は、それぞれ

に他の温度分布を示すグラフである。

【図27】図27(a)、(b)は、温度変化の現れの相関を示す解析図である。

【図28】図28(a)、(b)は、温度変化の他の現れの相関を示す解析図である。

【図29】図29(a)、(b)は、温度変化の更に他の現れの相関を示す解析図である。

【図30】図30(a)、(b)は、温度変化の更に他の現れの相関を示す解析図である。

【図31】図31(a)、(b)は、温度変化の更に他の現れの相関を示す解析図である。

【符号の説明】

2…温度変化付与装置

3…温度変化検出装置

4…走査機構

7…被検査タイヤ

41, 211…熱線放射体(加熱装置)

42…発熱体(加熱装置)

44…シリンドリカル・サーキュラー・レンズ(光学装置、光学系)

51…冷風(冷却装置)

54…空気導入管(冷却装置)

63'…ミラー揺動用モータ(光学装置、光学系)

64…走査型検出用ミラー(光学装置、光学系)

67, 226…集光レンズ(光学装置、光学系)

66, 225…スポット型赤外センサ(光学装置、光学系)

82…次元赤外線センサ82(光学装置、光学系)

83…球面型レンズ(光学装置、光学系)

91…透過型反射ミラー(光学装置、光学系)

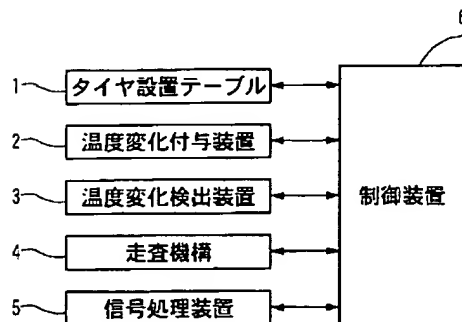
111…全反射ミラー(光学装置、光学系)

112…円錐面(光学装置、光学系)

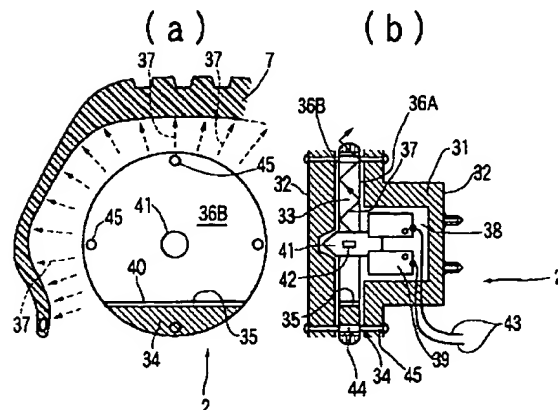
115…コーン状反射面(光学装置、光学系)

151, 157…ボイド(不具合部分)

【図1】



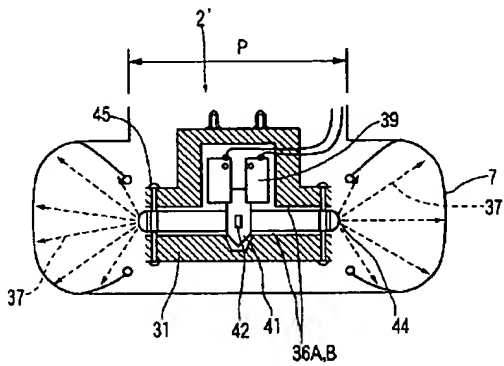
【図6】



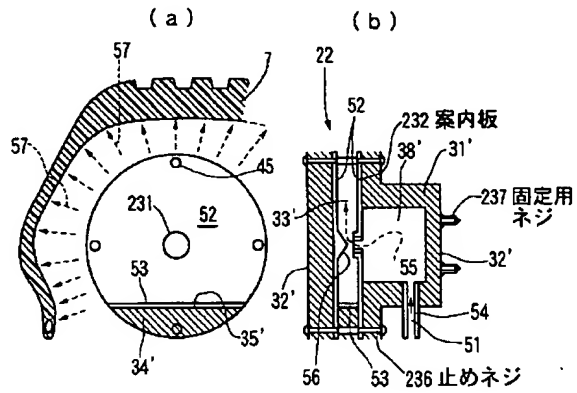




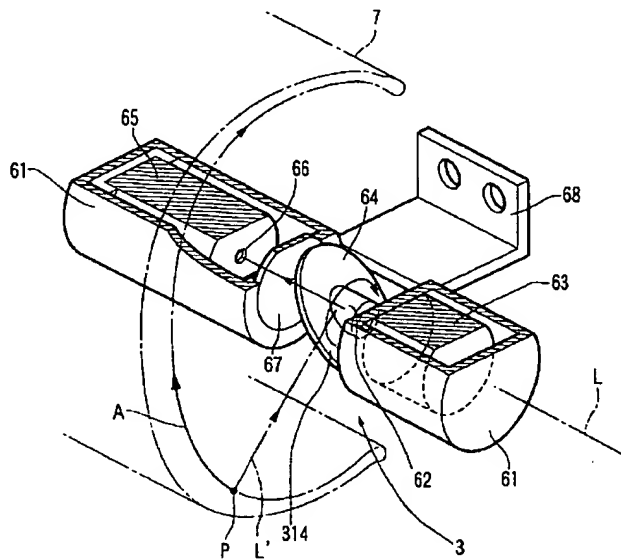
【図7】



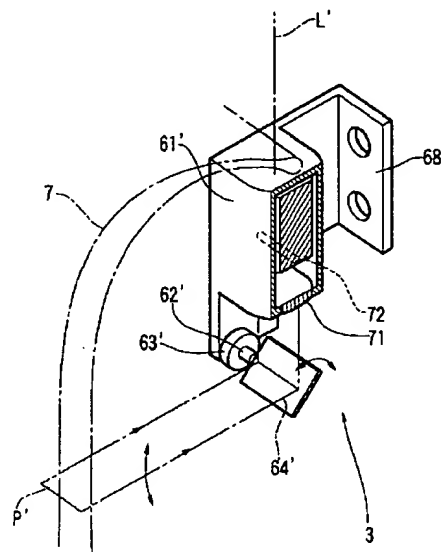
【図8】



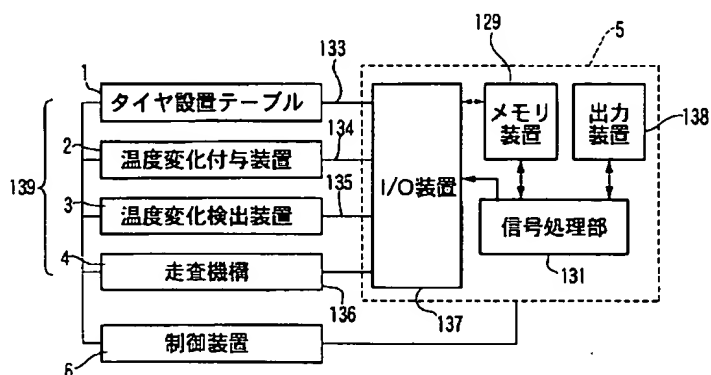
【図9】



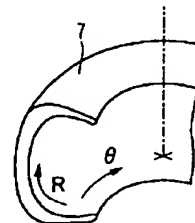
【図10】



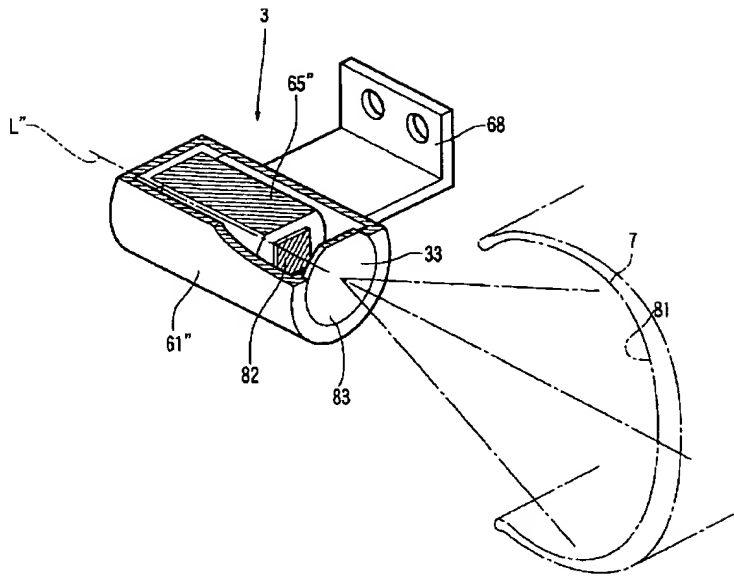
【図16】



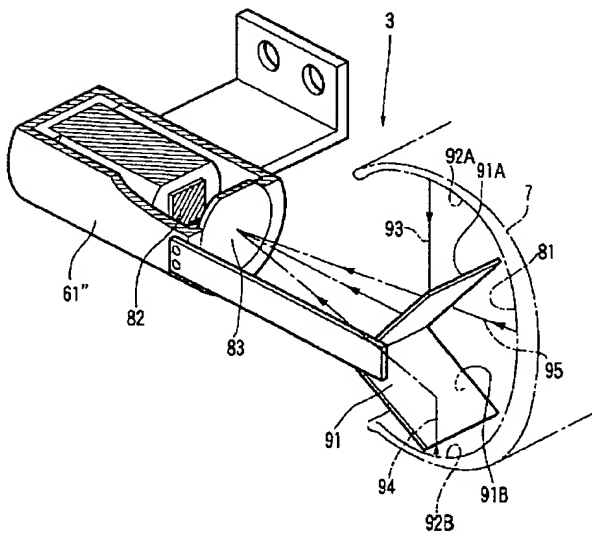
【図23】



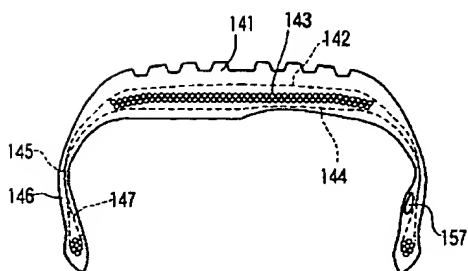
【図11】



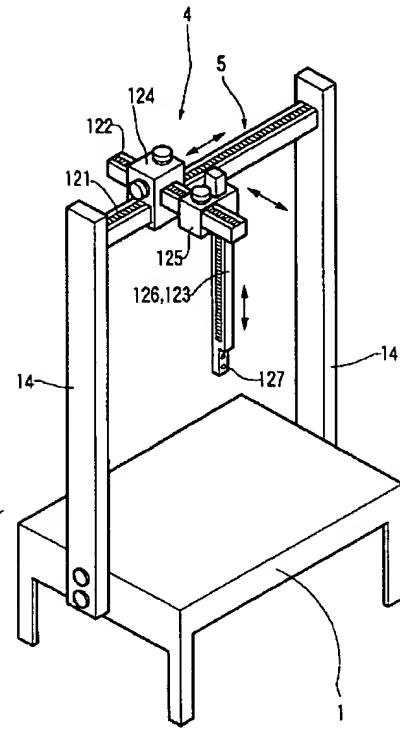
【図12】



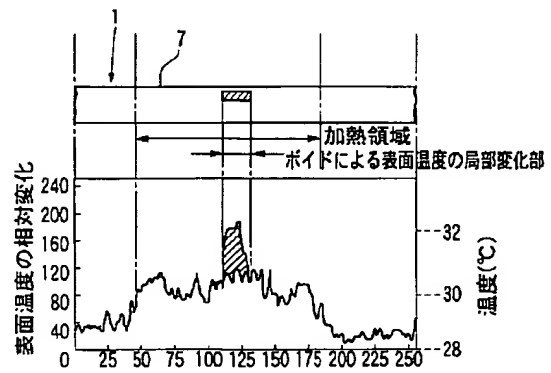
【図20】



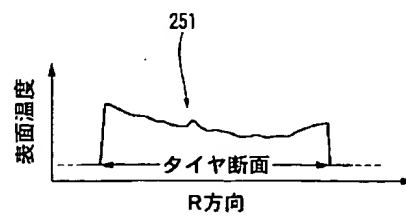
【図15】



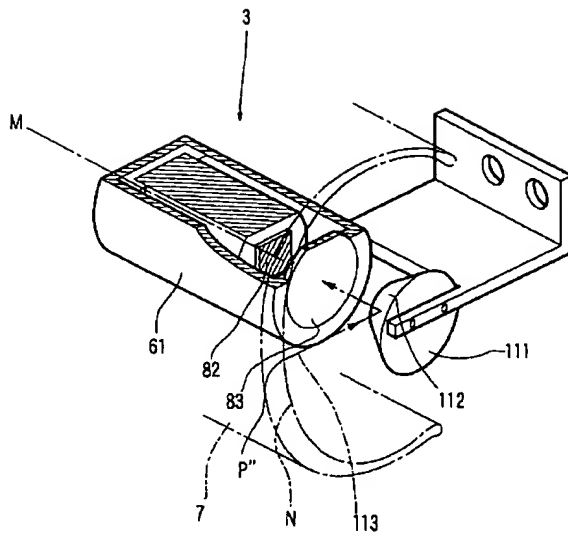
【図18】



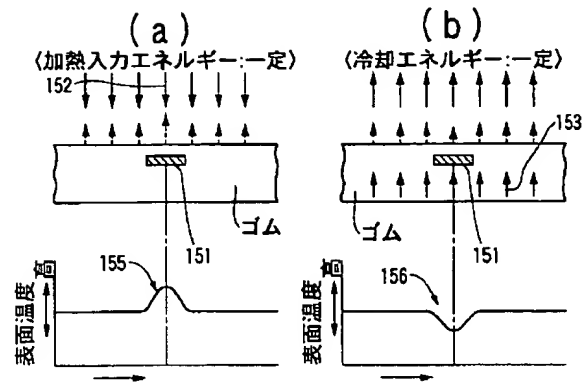
【図24】



【図13】

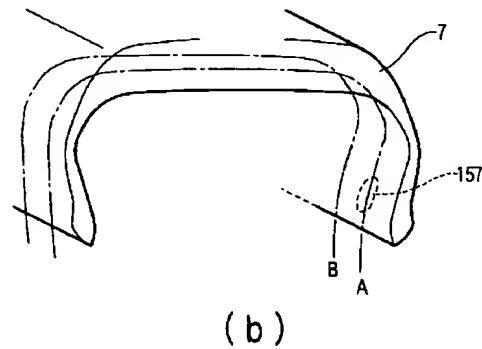


【図17】



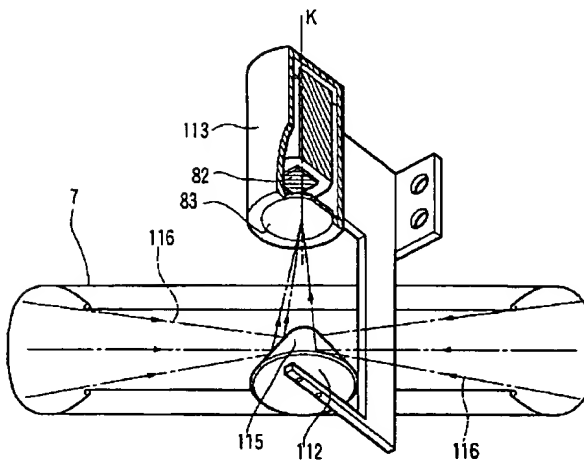
【図19】

(a)

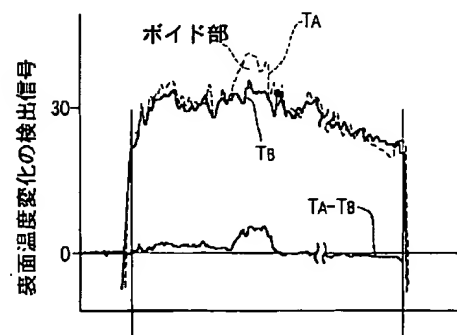
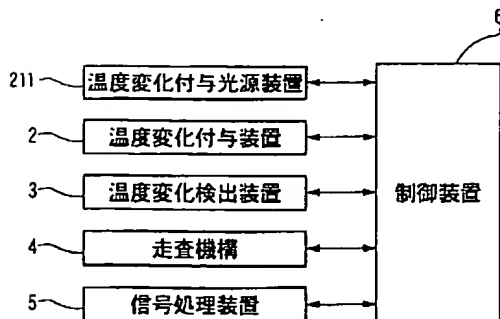


(b)

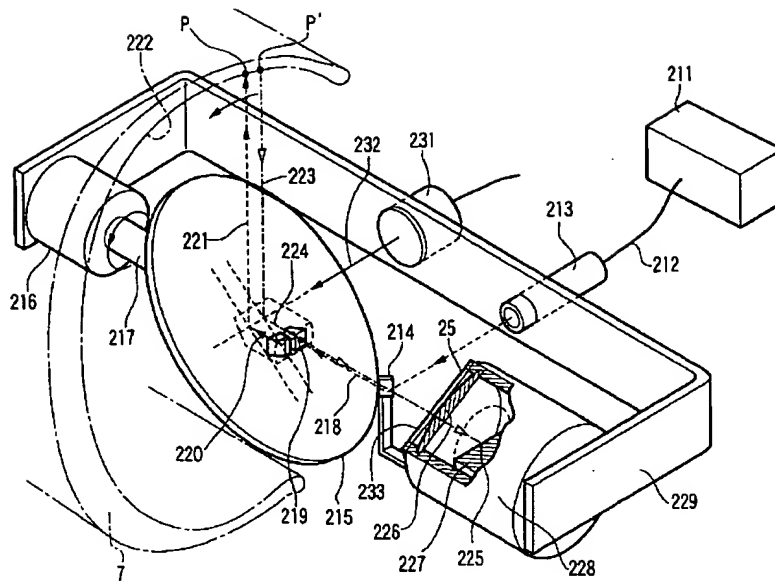
【図14】



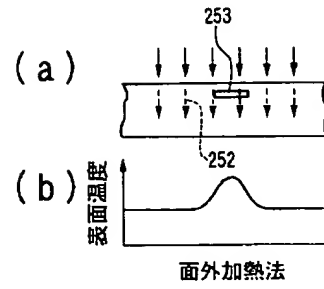
【図22】



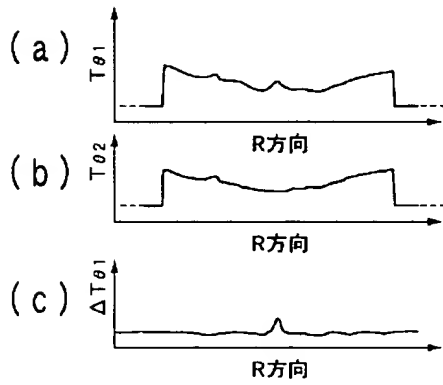
【図21】



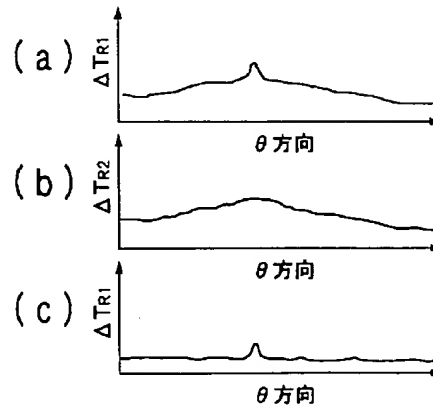
【図27】



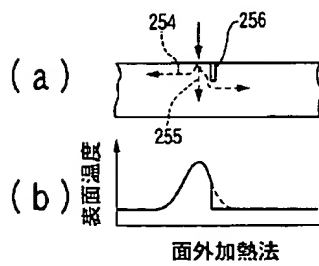
【図25】



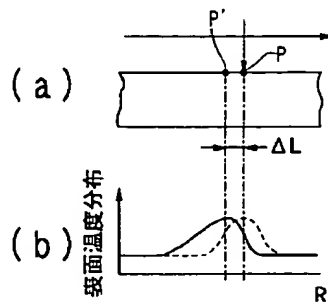
【図26】



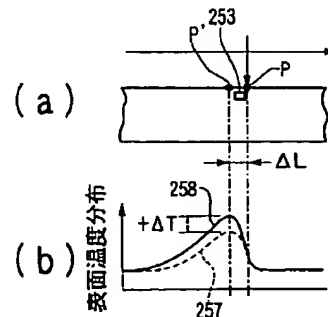
【図28】



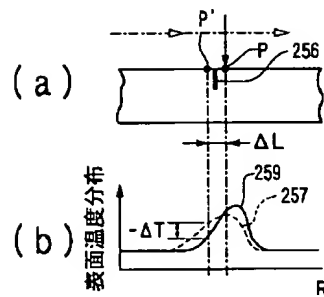
【図29】



【図30】



【図31】




---

フロントページの続き

(72)発明者 岡村 真史  
 山口県下関市彦島江の浦町六丁目16番1号  
 三菱重工業株式会社下関造船所内

(72)発明者 神村 武男  
 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号  
 高菱エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 谷田部 弘  
 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号  
 高菱エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 平井 貴彦  
 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号  
 高菱エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 大山 直樹  
 兵庫県加古川市加古川町北在家15番地 株  
 式会社関西技研内

Fターム(参考) 2G040 AA06 AA07 AB08 BA02 BA14  
 BA28 CA02 CA12 CA23 DA05  
 DA06 DA12 DA15 DA24 EA06  
 EA08 EB02 FA04 FA10 GA05  
 GA07 HA08 HA16

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed description]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] Especially this invention relates to the tire test stand and the tire check technique for detecting the defect of the interior, and fault about a tire test stand and the tire check technique.

[0002]

[Prior art] The tire has the complicated structure which has the configuration surrounded in respect of the partial anchor ring, and was multilayered by \*\*\*\* made from rubber, and metal \*\*\*\*. Such multilayer structure differs by part for a part for a ground-plane flank, and a side face flank, and is still complicated. A reliable check needs to be performed into such a tire. It is common in a part for a part for a ground-plane flank, and a side face flank, and the check of an important inner membrane is important in respect of airtight reservation especially. The homogeneity about thickness and the good nature about adhesion with an internal layer are required of an inner membrane. When adhesion with the code layer which is an interlayer, and a internal-surface-of-parietal-bone side layer is inadequate, a void does not occur in a layer or the thickness is not uniform, bulging arises in a tire internal surface and the phenomenon in which a code is observed from an internal surface appears. The prudent check is conducted about homogeneity and good nature.

[0003] The conventional check technique is based on the skillful examiner's organoleptic test. Rotating a tire, by stroking an internal surface at the finger point, the examiner conducts the sight-check which local-changes [ of the tactile-sense check which investigates a local swelling, the irregularity of an internal surface, and a pattern ], and observes the existence which seems to be different with the naked eye, and is inspecting the fault which appears among the internal-surface section.

[0004] The persistence time which a limitation is in the continuous time by which the skillful examiner can demonstrate the capacity that there is nothing with regret, and can demonstrate the highest check capacity is short. Many examiner is required in order to hold check precision uniformly.

[0005] The physical-properties method of detection of common use like ultrasonic diagnosis and an electric conductivity diagnosis and the image-recognition technique of detecting a configuration are locally [ in global area and ] difficult to detect the fault section which appears intricately by high-reliability in complicated structure.

[0006] An establishment of the automated check technique which is replaced with an organoleptics is desired. An establishment of the physical check technique which is equal to the highest check capacity by the examiner is desired. Furthermore, the establishment of the check technique suitable for the structure with a complicated tire is desired, fault is detected without being related to a class, the class of the fault can be distinguished and improvement in the speed of its check and distinction is desired further.

[0007]

[Object of the Invention] The technical problem of this invention is to offer the tire test stand and the tire check technique of replacing with an organoleptics which were automated. Other technical problems of this invention are to offer the tire test stand and the tire check technique by the physical technique replaced with an organoleptics which were automated. The technical problem of further others of this invention is to offer the tire test stand and the tire check technique of being able to classify the class of fault and detecting the presence. The technical problem of further others of this invention is to offer the tire test stand and the tire check technique which were automated and accelerated by the physical technique replaced with an organoleptics.

[0008]

[The means for solving a technical problem] The tire test stand by this invention consists of the scanner for positioning temperature-change detection equipment proper to an inspected tire, the temperature-change grant equipment for making the inspected tire generate a temperature change, and the optical equipment for detecting optically the heat ray emitted from the front face of an inspected tire. Although a temperature change does not tell the absolute value of physical properties strictly, it is a physical phenomenon in which a physical-properties difference is made to often reflect. A defect of a layer structure like a tire becomes relative change of a skin temperature faithfully, and appears. From the skin-temperature distribution by the temperature change of the front face, the existence or nonexistence of an internal defect can be checked clearly. Absolute measurement of temperature is [ that the existence or nonexistence, the location, and a breadth should just be known as a relative difference ] unnecessary.

[0009] As for the front face of the inspected tire measured, it is desirable that it is an internal surface. In this case, temperature-change grant equipment is arranged at the internal-surface side of an inspected tire. Temperature-change grant equipment is a heating apparatus or a cooling system. While temperature-change grant equipment heats partially to an inspected tire, when the heating position changes, it is desirable to detect the temperature distribution of the time zone when a temperature change is intense.

[0010] Optical equipment detects partially the heat emitted from the front face of an inspected tire. In this case, in order to make a temperature change remarkable, it is effective to scan the detection position. Change of a detection position has a continuous desirable thing. As for the scanning of a detection position, it is more advantageous to rotate a light optical mirror without rotating a tire. the combined use with the mirror and cylindrical lens whose reflector is a flat surface -- a line -- a

field can be measured in simultaneous and a circular field can be measured in simultaneous by the combined use with the mirror and cylindrical lens whose reflector is a conical surface. A circular region can be measured in simultaneous by change of the focal position of a lens. Simultaneous measurement means non-scanned measurement.

[0011] As the heating technique, overall (global-area target) heating is effective. The skin-temperature distribution produced by natural air cooling of the tire of uniform temperature distribution when a temperature change arises often reflects the internal structure of the tire. Forced cooling which promotes occurrence of a temperature change in time promotes a high-speed check. Positive heating is not necessarily required. It can be considered that the tire which has the natural temperature of a laboratory before measurement is that by which the spontaneous heating is carried out. In this case, it can be considered that positive heating or positive cooling is temperature-change grant.

[0012] Heating or cooling is positive temperature-change grant. That is, a spontaneous heating, the combination of positive cooling, the combination of natural air cooling and positive heating, and the combination of positive heating and positive cooling are positive temperature-change grants. Positive temperature-change grant is performed in global area or locally. The combination of global-area-heating and cooling, and local heating and cooling can also be performed freely. In such combination, time difference can be further given to heating and cooling.

[0013] Optical equipment is positioned in the internal-surface side of an inspected tire by the 3-dimensional scanner. The relative location of an optical detection system and a tire internal surface is important in respect of the detection precision of a temperature change, and the temperature-change speed. If a tire type changes, the coordinate position of a temperature-change grant system and a thermometry system (optical system) will be changed into the optimum position corresponding to the modality by the scanner.

[0014] Optical equipment changes the detection position, detecting partially the heat emitted from the front face of an inspected tire, when this is arranged in the position which \*\*\*\*ed from the mid gear of an inspected tire. a punctiform field and a line -- selection of a field, a field-like field, and a whole field is possible by setting change of optical system the combination of the lens chosen from a spherical lens, a linear cylindrical lens, and a circular cylindrical lens and the mirror chosen from a flat-surface-like reflector mirror and a cone-like reflector mirror constitutes optical equipment -- having -- adjustment of a focal position -- a punctiform field and a line -- selection of a field and a field-like field is still possible

[0015] When optical equipment is arranged at the mid gear of an inspected tire, the heat emitted from the front face of an inspected tire is detected extensively, and the detection position does not change. Optical equipment will be equipped with the mirror equipment \*\*\*\*ed between \*\*\*\* equipment, and the caloradiance field of the internal surface of an inspected tire and \*\*\*\* equipment, and mirror equipment will possess the slewing gear made to rotate the reflector.

[0016] The tire check technique by this invention is the check technique of the tire formed from an inside layer and the outside layer with thermal conductivity higher than the inside layer, and consists of a step for detecting the amount of heat rays of the step which makes an inside layer produce a temperature change, and the heat ray emitted from the internal surface of the inside layer in a temperature change. The amount distribution of heat rays corresponds to temperature distribution by good approximation. Strict measurement of temperature is unnecessary. The temperature distribution in which a temperature gradient appears teach presence of an inconvenient fraction and its existence region clearly, although the absolute value is ambiguous.

[0017] While temperature-change grant equipment heats partially to an inspected tire, when the heating position changes The tire check technique according [ it is desirable to detect the temperature distribution of the time zone when a temperature change is intense, and ] to this invention the [ of the front face of a tire ] -- the [ the step for heating 1 local field, and ] -- the which is distant from 1 local field / on the front face of a tire ] -- with the step for measuring the synchrotron orbital radiation emitted from 2 local field It consists of a step for judging the fault of a tire by performing the 1st scanning of heating of the 1st part field, and the 2nd scanning of instrumentation of the 2nd part field. the -- the [ 1 local field and ] -- by setting up the distance between 2 local fields proper, measurement of the temperature of the time zone when change is intense is made strict Such distance that is spatial distance is the function of a scan speed.

[0018] The scanning is continuous. The continuity includes digitized movement. Both scannings are performed with the scan speed which synchronized. The suitable means for local heating is laser. The optical system can be made simple by constituting optical system so that laser and synchrotron orbital radiation may pass through the same optical-axis top optically. Optical system is formed with a lens, prism, a reflecting mirror, an optical fiber, and a VCF.

[0019] As for both scannings, it is desirable to be carried out two-dimensional. It makes the device of an equipment system simple that-dimensional [ of a two-dimensional scanning / 1 ] is performed by rotation of the optical axis of laser, and-dimensional [ of a two-dimensional scanning / other / 1 ] is performed by rotation of a tire. As for the separation between the 1st part field and the 2nd part field, it is desirable that it is adjustable. The difference of the measurement value of two different positions by instrumentation of the 2nd part field is taken. The difference can lessen influence of temperature distribution peculiar to a tire.

[0020]

[Gestalt of implementation of invention] Correspondence correspondence is carried out and, as for the gestalt of enforcement of the tire test stand by this invention, the control unit is formed in drawing. The control unit 6 is formed with the tire installation table 1, the temperature-change grant equipment 2, the temperature-change detection equipment 3, the scanner 4, and the signal processor 5, as shown in drawing 1.

[0021] a control unit 6 -- the tire installation table 1 -- receiving -- electric - mechanical -- the temperature-change grant equipment 2 -- receiving -- electric -- the temperature-change detection equipment 3 -- receiving -- electric -- or -- mechanical -- a scanner 4 -- receiving -- electric - mechanically, to a signal processor 5, electrically, it is alike, respectively and has connected One inspected tire 7 which is a subject of examination-ed is laid in the tire installation table 1.

[0022] Drawing 2 shows the gestalt of enforcement of the tire test stand by this invention. The rotation axis 8 is supported by the tire installation table 1 free [ rotation ]. It is controlled by the control unit 6, and it rotates with arbitrary rotational speed, and it stops in arbitrary rotation positions, and a rotation axis 8 may be fixed in the halt position. A rotation axis 8 can fluctuate to the tire installation table 1 further. The tire installation base 9 has combined with the rotation axis 8.

[0023] The movable carriage 11 is laid in the top of the installation base 9. A movable carriage 11 is movable to 1 shaft orientations. The bolt 12 currently supported by the installation base 9 can adjust the move position of a movable carriage 11.



Position fixation is made on the movable carriage 11 with the roller 13 with which the tire 7 is being fixed to the movable carriage 11 and which can rotate four bodies. A roller 13 can be rotated on a movable carriage 11 to each.

[0024] A tire 7 can be rotated to a movable carriage 11. The rotation position to the movable carriage 11 of a tire 7 may be set up freely. The plurality and the brace 14 have started on the tire installation table 1. The suspension of two or more X-axes and rails for a Y-axis scanning 15 is carried out horizontally between the - braces 14. The suspension of the X shaft-orientations fraction of the X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15 is carried out horizontally between a plurality and the brace 14.

[0025] A scanner 4 consists of an X shaft-orientations mobile which moves on X shaft-orientations rail prolonged in X shaft orientations, and a Y shaft-orientations mobile which moves on Y shaft-orientations rail which is fixed to the X shaft-orientations mobile, and is prolonged in Y shaft orientations, and the Y shaft-orientations mobile is the common use means which moves to the arbitrary positions on an X-Y flat surface, and may be fixed in the move position. Such a scanner is controlled by the control unit 6.

[0026] The support crossarm 16 (rail for a Z-axis scanning mentioned later) prolonged in the perpendicular orientation is being fixed to the scanner 4. The support crossarm 16 is supported by Y shaft-orientations mobile of previous statement of a scanner 4, fluctuates to Z shaft orientations (the perpendicular orientation) which are the orientation which intersects perpendicularly with an X-Y flat surface to the Y shaft-orientations mobile, and may be fixed to Y shaft-orientations mobile in the arbitrary rise-and-fall position.

[0027] The temperature-change grant equipment 2 and the temperature-change detection equipment 3 are fixed to the soffit section of the support crossarm 16, and it is prepared in it. With the 3 dimension-positional controller of the support crossarm 16 in which a positional controller is carried out by the scanner 4, the temperature-change grant equipment 2 and the temperature-change detection equipment 3 can be held free [ adjustment of the desirable physical relationship over the inspected tire 7 ].

[0028] The inspected tire 7 is fixed to the top of the movable carriage 11 supported by the rotation axis 8 of a descent position with a roller 13, a rotation axis 8 is raised, further, the support crossarm 16 is scanned two-dimensional by the scanner 4, and the temperature-change grant equipment 2 and the temperature-change detection equipment 3 are positioned in the central field of the inspected tire 7. A scanner 4 can adjust the orientation where the temperature-change detection equipment 3 goes to the distance over the inside front face of the inspected tire 7, and it.

[0029] The inside surface fraction of the inspected tire 7 is locally heated with the temperature-change grant equipment 2, and the temperature of the inside surface fraction is changed. The temperature-change detection equipment 3 close to the temperature-change grant equipment 2 detects the temperature and its temperature change of the inside surface fraction rotated while carrying out a temperature change locally such.

[0030] Thus, the temperature of the detected inside surface fraction is changed into an electrical signal by the signal converter belonging to the temperature-change detection equipment 3, and is transmitted to a signal processor 5. A signal processor 5 is changed into the temperature-distribution data which are temperature-change data corresponding to a temperature change from change of the electrical signal which received. The signal processor 5 has the function to process the input signal. A processor for that is a signal processor of common use which consists of a VCF for reducing an unnecessary signal and emphasizing a required signal, an amplifying device, etc.

[0031] Thus, it is based on the processed signal, and a signal processor 5 evaluates and judges fault of the inspected tire 7. The technique of its evaluation and judgment is mentioned later. The rotation of the inspected tire 7 to the temperature-change grant equipment 2 and the temperature-change detection equipment 3 is relative, is good, can give a rotation scanner to a scanner 4 and can rotation-axis-ize the support crossarm 16.

[0032] Drawing 3 shows other gestalt of the tire test-stand enforcement by this invention. The point that the gestalt of this enforcement differs from the gestalt of enforcement of drawing 2 is that the temperature-change grant equipment 2 is omitted and degree change grant equipment of equal mold temperature 2' is prepared instead of the temperature-change grant equipment 2. 2nd scanner 4' (the scanner 4 as stated above is hereafter called 1st scanner) is further prepared in X shaft-orientations fraction of the X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15.

[0033] The suspension of 2nd scanner 4' is carried out to the X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15. 2nd scanner 4' consists of an X shaft-orientations mobile which a positional controller is carried out and exercises horizontally on X shaft-orientations fraction of the X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15, and a Y shaft-orientations mobile which is guided at Y shaft-orientations rail currently fixed to the X shaft-orientations mobile, and moves. 2nd scanner 4' is electrically controlled by the control unit 6, and moves.

[0034] 2nd support crossarm 16' prolonged in the perpendicular orientation is supported free [ rise and fall ] by Y shaft-orientations mobile of 2nd scanner 4'. 2nd-temperature change grant equipment 2' is fixed to the soffit section of 2nd support crossarm 16', and it is prepared in it. 2nd-temperature change grant equipment 2' can be held free [ adjustment of the desirable orientation relation to the inspected tire 7, and physical relationship ].

[0035] 2nd-temperature change grant equipment 2' is prepared as an all-over-the-districts uniform heating apparatus. Operate the 1st scanner 4, carry out the rise-and-fall move of the 1st support crossarm 16, and the temperature-change detection equipment 3 is sampled from the inspected tire 7. Instead 2nd scanner 4' is operated, 2nd support crossarm 16' is moved to it, 2nd-temperature change grant equipment 2' is positioned in the central field of the inspected tire 7, and it controls by the control unit 6. by 2nd-temperature change grant equipment 2' Inside perimeter \*\*\*\* which is the inside surface fraction of the inspected tire 7 is heated in general equally.

[0036] By the reverse order, position exchange of 2nd-temperature change grant equipment 2' and the temperature-change detection equipment 3 is performed, and the evaluation and the judgment as stated above are performed. Many tires to be examined are simultaneously heated in a heating warehouse at the step of the preceding paragraph, one of them is taken out from the heating warehouse one by one, and it can lay on a movable carriage 11.

[0037] Drawing 4 shows the gestalt of further others of enforcement of the tire test stand by this invention. The point that the gestalt of this enforcement differs from the gestalt of enforcement of drawing 2 is that the temperature-change grant equipment 2 is omitted and the local cooling system 21 is formed instead of the temperature-change grant equipment 2, and is completely the same as 2nd scanner 4' and the gestalt of the enforcement of drawing 3 about temperature-change grant

equipment 2'.

[0038] Since a temperature change performs evaluation and a judgment of the inspected tire 7, the temperature grant of whether the temperature is positive to the object or it is negative is substantially equal and equivalent. It is desirable to cool the inspected tire 7 heated at the last process locally or in whole region with the gestalt of this enforcement. The technique of evaluation and a judgment is as stated above. A relative point is also as stated above about rotation.

[0039] Drawing 5 shows the gestalt of the enforcement about rotation of the tire installation base 9. The drive motor 22 is formed in the rotation axis 8. As for the drive motor 22 which is fixed to the tire installation table 1 and supported, it is desirable that the variable speed function is given. The movable carriage 11 of the previous statement currently laid in the top of the tire installation base 9 free [ a slide ] is formed from the symmetrical movable carriages 11A and 11B of two bodies.

[0040] The bolt 12 is formed as a screw-thread shaft for \*\*\*\* 12. The screw-thread shaft for \*\*\*\* 12 has the thread part. The thread part is formed in the reverse screw thread by the one side of it, and the other side. It penetrates in coaxis to the symmetrical movable carriages 11A and 11B, and the thread part of the one side of it \*\*\*\*s and penetrates to one side symmetrical movable carriage 11A, in addition the thread part by the side of the direction has \*\*\*\*ed and penetrated the screw-thread shaft for \*\*\*\* 12 to other side symmetrical movable carriage 11B.

[0041] When the screw-thread shaft for \*\*\*\* 12 rotates, the both-sides symmetrical movable carriages 11A and 11B exercise for an opposite direction mutually. Thus, the center line of the both-sides symmetrical movable carriages 11A and 11B which exercise for an opposite direction is immobility. Once justifying the tire installation base 9 to a rotation axis 8, when the screw-thread shaft for \*\*\*\* 12 is driven and the tire of arbitrary diameters is \*\*\*\*ed with a roller 13, the central point of the tire is always on the rotation-axis core wire of a rotation axis 8. Such a \*\*\*\* device in which the center position of a tire is un-changed can shorten the check time of the tire of arbitrary diameters.

[0042] Drawing 6 (a) and (b) show the gestalt of implementation of the temperature-change grant equipment 2 shown in drawing 2'. The cylindrical shape-like casing 31 is formed in the temperature-change grant equipment 2. Casing 31 is formed with the heat insulator. Casing 31 is covered with covering 32.

[0043] The disc-like air area 33 is formed in casing 31. The disc-like air area 33 is divided at the pause flat surface 35 of the \*\*\*\*-like fraction 34 of casing 31. The pause flat surface 35 is formed as a set of a line in general parallel to the axial center line of the inspected tire 7, and is positioned near the inner skin of the inspected tire 7 in the status.

[0044] The pause flat surface 35 and the disc-like air area 33 cross at right angles, and is mutually divided by no less than two parallel flat surfaces. The reflecting mirror made to reflect light or the heat ray 37 in the two flat surfaces or reflector 36A, and B have joined. Reflectors 36A and B have countered, can repeat the heat ray 37 in the meantime, and can make it reflect. The circular cylinder-like air area 38 which follows the disc-like air area 33 is formed in casing 31. Other reflecting mirrors 40 have joined also to the pause flat surface 35.

[0045] The power supply section 39 is inserted in the circular cylinder-like air area 38. A hole can open in the central region of reflectors 36A and B, and the caloradiance field 41 symmetrical with a shaft has penetrated in the hole. The central region of the caloradiance field 41 is equipped with the heating element 42. It connects with a power supply section 39, and, thereby, a heating element 42 is heated. A power supply section 39 receives supply of power from the external control unit 6 through electrical wire 43.

[0046] At \*\*\*\* of the disc-like air area 33, to the caloradiance field 41 and this core, the cylindrical circular lens 44 is arranged and it fixes with the setscrew 45 at casing 31. The cylindrical circular lens 44 is an optic strong against the heat which bent the cylindrical lens (linear) circular and in the shape of a ring, and was created.

[0047] The periphery region of casing 31 is positioned by the scanner 4 near the inside front face of the inspected tire 7. The electrical and electric equipment is supplied to a power supply section 39, and if a heating element 42 (an instantiation: ceramic heater, a halogen lamp, a xenon lamp, a tungsten emitter, laser, microwave) is made to generate heat and the caloradiance field 41 is heated, a heat ray will be emitted from the peripheral surface of the caloradiance field 41.

[0048] In case it repeats the reflex within multiple times in respect of opposite of reflector 36A and B and passes along the cylindrical circular lens 44, the heat ray 37 can give the breadth angle which exists in the radiation orientation to the medial axis of the caloradiance field 41, and is emitted from the cylindrical circular lens 44, being converged, and can heat locally the inside front face of the angle-of-rotation domain with the inspected tire 7. The inside front face of the inspected tire 7 to rotate is heated in a perimeter region.

[0049] Drawing 7 shows the modification of temperature-change grant equipment 2' shown in drawing 3'. The temperature-change grant equipment 2' is completely the same as that of the temperature-change grant equipment 2 shown in drawing 6 except for the point of a size. Temperature-change grant equipment 2' is expanded in [ the temperature-change grant equipment 2 ] similarity. The diameter of the appearance of temperature-change grant equipment 2' is the parvus more slightly than diameter D of the main hole of the inspected tire 7.

[0050] Temperature-change grant equipment 2' is positioned in general in the central field of the inspected tire 7. With the heat ray 37 emitted from the cylindrical circular lens 44 of temperature-change grant equipment 2', the inside surface section of the inspected tire 7 is heated in simultaneous, and does not need rotation of 2nd support crossarm 16' for the global-area-heating. The check technique of the inspected tire 7 is completely the same as that of it of the gestalt of enforcement shown in drawing 3'.

[0051] Drawing 8 (a) and (b) show the gestalt of implementation of the temperature-change grant equipment 21 shown in drawing 4'. Cylindrical shape-like casing 31' is prepared in the temperature-change grant equipment 21. Casing 31' is formed with the heat insulator. Casing 31' is covered by covering 32'. In casing 31', disc-like air-area 33' is formed.

[0052] Disc-like -- an air area -- 33 -- ' -- casing -- 31 -- ' -- \*\*\*\* -- \*\* -- a fraction -- 34 -- ' -- a pause -- a flat surface -- 35 -- ' -- dividing -- having -- \*\*\*\*. Pause flat-surface 35' is formed as a set of a line in general parallel to the axial center line of the inspected tire 7, and is positioned near the inner skin of the inspected tire 7 in the status.

[0053] Pause flat-surface 35' and disc-like air-area 33' cross at right angles, and is mutually divided by no less than two parallel flat surfaces. The guide plate 52 made to reflect cold blast 51 in the two flat surfaces has joined. The guide plate 52 has countered and guides the cold blast 51 in the meantime in the radiation orientation. Circular cylinder-like air-area 38' which follows disc-like air-area 33' is formed in casing 31'. Other guide plates 53 have joined also to pause flat-surface 35'.

[0054] The air introduction spool 54 which leads to circular cylinder-like air-area 38' has penetrated casing 31'. The hole 55

has opened in one central region of a guide plate 52. The salient side 56 of a cone side configuration is established in the central region of another side of a guide plate 52. The cold blast by which the temperature control was carried out with the control unit 6 is introduced into disc-like air-area 33' through the air introduction spool 54, circular cylinder-like air-area 38', and the hole 55.

[0055] Thus, it is rectified so that it may be suitable in the radiation orientation in respect of [ 56 ] a salient, and the introduced cold blast forms flowing in the radiation orientation among both the guide plates 52, forms the flowing 57 spouted in general in the radiation orientation from the radial border of disc-like air-area 33', and cools the inside surface section of the inspected tire 7 locally.

[0056] As for the temperature-change grant equipment 21, this very thing may become a heating apparatus. The inspected tire 7 can be heated by replacing with cold blast 51 and sending in hot blast. If cold blast is sent after the heating, it is not necessary to transport equipment and a tire between a heating process and a cooling process. The temperature-change grant equipment 21 can be used as a global-area-heating apparatus, if the size of this is expanded.

[0057] Drawing 9 shows the gestalt of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The temperature-change detection equipment 3 is offered as an optical detection system with optical-axis L parallel to the line which intersects perpendicularly with the axial center line of the inspected tire 7. The optical detection system is equipped with the sensor electrode holder 61 of one. The rotation drive of the rotation axis 62 with the rotation-axis core wire which is in agreement with optical-axis L is carried out by the motor for mirror rotation 63.

[0058] The motor for mirror rotation 63 is being inserted in and fixed to the sensor electrode holder 61. It is fixed to a rotation axis 6 and the mirror for a scanned type detection 64 is attached. The reflector which is a flat surface of the mirror for a scanned type detection 64 crosses at the proper angle (in general 45 degrees) to optical-axis L the orientation of whose of the radiation is the rotation-axis core wire of a rotation axis 62.

[0059] The optical detector 65 is inserted in the sensor electrode holder 61, and is attached. The optical detector 65 is formed from the spot type infrared sensor 66 and the amplifier like the photomultiplier tube (not shown). The spot type infrared sensor 66 is equipped with the photoelectron element which detects infrared radiation, far infrared rays, and microwave. A condenser lens (not shown) may be positioned in the front section of the spot type infrared sensor 66.

[0060] The reflector of the mirror for a scanned type detection 64 has countered the spot type infrared sensor 66 optically. A condenser lens 67 is \*\*\*\*ed between the spot type infrared sensor 66 and the mirror for a scanned type detection 64, and is being fixed to the sensor electrode holder 61. The sensor electrode holder 61 is connected with the support crossarm 16 or the temperature-change grant equipment 2 shown in drawing 2 through the link implement 68. Only the distance it is distance ] the grade from which, as for the sensor electrode holder 61, trouble does not arise at rotation of only the distance 7 for stretch of the link implement 68, i.e., an inspected tire, can approach the inside surface section of the inspected tire 7.

[0061] Optical-axis line L' of the cone-like flux of light reflected from one point P of the inside inner skin of the inspected tire 7 passes along the central point (intersection which the reflector and optical-axis L of the mirror for a scanned type detection 64 cross) of \*\*\*\* of the mirror for a scanned type detection 64. The position of the sensor electrode holder 61 is adjusted by the scanner 4 etc. such. It reflects by the mirror for a scanned type detection 64, and the light energy and cone emitted from point P are condensed by the condenser lens 67. \*\*\*\*\* of the spot type infrared sensor 66 is positioned in the focal position about point P.

[0062] Thus, the photo electric translation of the light energy condensed by the spot type infrared sensor 66 is carried out, and the photo-electric-translation signal is transmitted to a signal processor 5 in response to a voltage-amplification. Since the size of a light energy is the function of the temperature of point P, the photo-electric-translation signal contains the data corresponding to a temperature change.

[0063] By rotating the mirror for a scanned type detection 64, the very small line field with orientation A which intersects perpendicularly with the circumferential direction of the inspected tire 7 can be scanned, and the temperature change of the very small field can be detected continuously. Furthermore, by rotating the inspected tire 7, it can scan to the circumferential direction and a temperature change can be detected throughout an internal surface.

[0064] Drawing 10 shows other gestalt of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The temperature-change detection equipment 3 is offered as an optical detection system with optical-axis L' parallel to the axial center line of a tire. The optical detection system is equipped with sensor electrode-holder 61' of one. The rotation drive of titubation shaft 62' with the rotation-axis core wire which intersects perpendicularly with optical-axis L' is carried out in vibration by motor 63' for mirror titubation.

[0065] Motor 63' for mirror titubation is being fixed to sensor electrode-holder 61'. It is fixed to titubation shaft 62', and mirror 64' for a scanned type detection is attached. As for the reflector which is a flat surface of mirror 64' for a scanned type detection, the orientation of the radiation lies at right angles to the rotation-axis core wire of titubation shaft 62'. The titubation axial center line of titubation shaft 62' is parallel to the axial center line of the inspected tire 7 in general.

[0066] The spherical-surface type lens 71 fixes in sensor electrode-holder 61'. Optical-axis L' of the spherical-surface type lens 71 lies at right angles to the titubation axial center line of titubation shaft 62'. An optical detector is inserted in sensor electrode-holder 61', and is attached. The optical detector is formed from the linear array type infrared sensor 72 and the amplifier like the photomultiplier tube (not shown).

[0067] The linear array type infrared sensor 72 is parallel to the reflector of mirror 64' for a scanned type detection, and is a light sensitive cell to which a photo detector (optoelectric transducer) is located in a line in the orientation which intersects perpendicularly with optical-axis L'. The linear array type infrared sensor 72 is equipped with the photoelectron element which detects infrared radiation, far infrared rays, and microwave. The spherical-surface type lens 71 is \*\*\*\*ed between mirror 64' for a scanned type detection, and the linear array type infrared sensor 72. The function of the link implement 68 is as stated above.

[0068] The gestalt of this enforcement cannot be scanned for every point, but can be scanned per line. Line field P' of the internal surface of the inspected tire 7 is mapped as a real image on the optoelectric-transducer side of the linear array type infrared sensor 72 by the optical system which consists of mirror 64' for a scanned type detection, and an inspected tire 7.

[0069] Such a temperature-change detection scanning system can detect continuously the temperature change of the inside surface section of the inspected tire 7 per line in the orientation which intersects perpendicularly with the circumferential

direction of the inspected tire 7. Furthermore, by rotating the inspected tire 7, it can scan to the circumferential direction and a temperature change can be detected throughout an internal surface.

[0070] Drawing 11 shows the gestalt of further others of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The temperature-change detection equipment 3 is offered as an optical detection system with optical-axis L" which intersects perpendicularly with an axial center line. The optical detection system is equipped with sensor electrode-holder 61" of one. Optical detector 65" is inserted in sensor electrode-holder 61", and is attached.

[0071] Optical detector 65" is formed from the two-dimensional infrared sensor 82 and the amplifier like the photomultiplier tube (not shown). Optical-axis L" lies at right angles to the inner skin 81 of the periphery section of the inspected tire 7 in general. The spherical-surface type lens 83 is \*\*\*\*ed between the inner skin 81 of the periphery section of the inspected tire 7, and the two-dimensional infrared sensor 82.

[0072] Such optical system is in agreement with a usual camera. The average temperature of the angle-of-rotation domain with the inner surface section of the inspected tire 7 is detected, the local domain which is the detection domain is expanded two-dimensional compared with the thing of the gestalt of implementation as stated above, and the gestalt of this enforcement is suitable when mainly inspecting the pars basilaris ossis occipitalis of a tire.

[0073] Drawing 12 shows the gestalt of further others of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The structure is completely the same as that of it which is shown in drawing 11, and that of the temperature-change detection equipment 3 is completely the same as that of it the arrangement relation to the inspected tire 7 is also indicated to be to drawing 11. Furthermore, 1 set of penetrated type reflective mirrors 91 are \*\*\*\*ed between the spherical-surface type lens 83 and the inner skin 81 of the periphery section of the inspected tire 7.

[0074] The penetrated type reflective mirror 91 has the reflectors 91A and 91B which intersect perpendicularly mutually, reflector 91A counters the half side of inner skin 81, and reflector 91B has countered other halves side of inner skin 81. Inner skin 92A of one side of side \*\*\*\* of the inspected tire 7 inclines with the tilt angle of 45 degrees in general to reflector 91A, and inner skin 92B of other one side of side \*\*\*\* of the inspected tire 7 inclines with the tilt angle of 45 degrees in general to reflector 91B.

[0075] The heat ray 93 emitted from inner skin 92A is reflected by reflector 91A of the penetrated type reflective mirror 91, image formation is carried out by the two-dimensional infrared sensor 82, the heat ray 94 emitted from inner skin 92B is reflected by reflector 91B of the penetrated type reflective mirror 91, and image formation is carried out by the two-dimensional infrared sensor 82, and the heat ray 95 emitted from inner skin 81 penetrates reflector 91A of the penetrated type reflective mirror 91, and reflector 91B, and they carry out image formation by the two-dimensional infrared sensor 82. The gestalt of this enforcement can cover three field sides of the inside internal-surface-of-parietal-bone section of the inspected tire 7 at a stretch, and can detect the temperature change of the part field of a reliance wide area.

[0076] Drawing 13 shows the gestalt of further others of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The temperature-change detection equipment 3 is replaced with the penetrated type reflective mirror 91 of drawing 12, and is replaced by the total reflection mirror 111 with a cone (cone) configuration reflector. Drawing 13 is completely the same as that of drawing 12 about other configurations except for the orientation of an optical axis to the inspected tire 7 of the temperature-change detection equipment 3. Orientation M of an optical axis lies at right angles to the medial-axis core wire of the inspected tire 7.

[0077] The central-symmetry axis of the conical surface 112 which is a reflector of the total reflection mirror 111 is in agreement with optical-axis M in general. The heat ray 113 emitted from arbitrary point P" of approximation radii field N on the anchor ring cross section of the inside internal-surface-of-parietal-bone section of the inspected tire 7 condenses on the two-dimensional infrared sensor 82.

[0078] The temperature change of the inside surface section of the inspected tire 7 is continuously detectable per line in the orientation which intersects perpendicularly with the circumferential direction of the inspected tire 7. Furthermore, by rotating the inspected tire 7, it can scan to the circumferential direction and a temperature change can be detected throughout an internal surface.

[0079] Drawing 14 shows the gestalt of further others of implementation of the temperature-change detection equipment 3. The temperature-change detection equipment 3 is common in the gestalt of enforcement of drawing 13 in that the total reflection mirror 111 of drawing 13 is used. Optical-axis K of the sensor electrode holder 113 of one is in agreement with the center line of the inspected tire 7 in general.

[0080] The total reflection mirror 112 has the cone-like reflector 115. The central-symmetry axial center line of the cone-like reflector 115 is in agreement with optical-axis K in general. The heat ray 116 emitted from one point with the arbitrary whole region of the inner skin of the inspected tire 7 converges on the photo-electric-translation side of the two-dimensional infrared sensor 82 which is a very small field in general through a lens 83 (convergence).

[0081] The gestalt of this enforcement can detect simultaneously the temperature change of the whole region of the pars basilaris ossis occipitalis of the inspected tire 7, without rotating the inspected tire 7. Image formation can be formed in the shape of a ring, and can detect the temperature change of each point all over the districts in simultaneous with the address of CCD.

[0082] Drawing 15 shows the detail of a scanner 4. A scanner 4 contains the X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15, and the support crossarm 16. The X-axis and the rail for a Y-axis scanning 15, and the support crossarm 16 correspond to the rail for an X-axis scanning 121, the rail for a Y-axis scanning 122, and the rail for a Z-axis scanning 123 at each. X shaft-orientations mobile 124 is guided, moves to the rail for an X-axis scanning 121, and it includes the move positional-controller device inside so that it may be fixed in the arbitrary X coordinate positions of the rail for an X-axis scanning 121. As such a move positional-controller device, common use techniques, such as gearing engagement structure, a screw \*\*\*\* device, and a magnetic non-contacted positioning device, are applied, and it gets.

[0083] The rail for a Y-axis scanning 122 has the coordinate index which intersects perpendicularly with the rail for an X-axis scanning 121, is prolonged in the orientation which intersects perpendicularly with the rail for an X-axis scanning 121, and is being fixed to X shaft-orientations mobile 124. Y shaft-orientations mobile 125 is guided, moves to the rail for a Y-axis scanning 122, and it includes other move positional-controller devices inside so that it may be fixed in the arbitrary Y coordinate positions of the rail for a Y-axis scanning 122.

[0084] Toward the perpendicular orientation, the rail for a Y-axis scanning 122 and Z shaft-orientations mobile 126 cross at right angles, and it is guided relatively at Y shaft-orientations mobile 125, moves, and it includes the move positional-controller device of further others inside so that it may be relatively fixed to Y shaft-orientations mobile 125 in the arbitrary Z coordinate positions of self. Z shaft-orientations mobile 126 is the same on the rail for a Z-axis scanning 123.

[0085] The soffit section of Z shaft-orientations mobile 126 is formed as a mounting eye 127 in which the temperature-change grant equipment 2 ( drawing 2 , three references) as stated above, the temperature-change detection equipment 3 ( drawing 2 , three references), and the local cooling system 21 (refer to drawing 4 ) are attached. The temperature-change grant equipment 2 and the temperature-change detection equipment 3 move to positions arbitrary of 3-dimensional system of coordinates by such scanner 4, it is fixed in the position, and each positional-controller device for it is controlled by the control unit 6.

[0086] Drawing 16 shows the gestalt of enforcement of the signal processor 5 shown in drawing 1 . A signal processor 5 contains the signal-processing section 131. I/O device 137 and the memory apparatus 129 are signal-processing minded [ 131 ] from the exterior. As opposed to the mounting eye 127 or the mounting eye 127 which the 135 or 3-dimensional (or temperature-change signal) scanner 4 of the temperature signals which the angle-of-rotation position signal 133 of the tire installation table 1, the temperature energy signal 134 which the temperature-change grant equipment 2 outputs, and the temperature-change detection equipment 3 detect outputs The 3-dimensional coordinate position signal 136 of the temperature-change grant equipment 2 positioned relatively and the temperature-change detection equipment 3 is inputted into each.

[0087] These signals are processed in the signal-processing section 131, and the processed signal by the signal-processing section 131 is outputted to an output unit 138. The physical quantity detection system 139 forms the loop with the control unit 6 and the signal processor 5. Including an A/D converter and a D/A converter, I/O device 137 changes into a digital signal the temperature signal 135 which forms a position signal and a group, or carries out an inverse transformation.

[0088] The signal-processing section 131 deduces the temperature-change position where the temperature signal 135 changes suddenly from the 3-dimensional coordinate position signal 136 and an angle-of-rotation position signal. The signal-processing section 131 is equipped with the calculation section (not shown) which detects the existence of the temperature sudden change section of the inspected tire 7, the position of the temperature sudden change section, and the size of the temperature sudden change section, and calculates these positions and a size.

[0089] A control unit 6 controls the tire installation table 1, the temperature-change grant equipment 2, the temperature-change detection equipment 3, and each operation of a scanner 4. The 1st positional controller for a control unit 6 making in agreement with the center-of-rotation position of the tire installation table 1 the center position of the inspected tire 7 installed in the tire installation table 1, In order to position the temperature-change detection equipment 3 in the proper position to the inside surface section of the inspected tire 7 which should be heated The 2nd positional controller, The 3rd positional controller for controlling the proper position of the temperature-change grant equipment 2 which detects subsequent temperature after the temperature of the inside surface section becomes a proper value, It is taking charge of the heating-value supply control for controlling the amount of heating which the temperature-change detection equipment 3 emits proper, and the zero-return control to which the zero return of a motor nervous system and the heating system is carried out after a completion of a thermometry.

[0090] Drawing 20 has illustrated the tire to be examined. Generally a tire has the structure which is different by the ground-plane section and the lateral portion, and is equipped with the multilayer structure formed from the rubber tread section 141, and the outside code section 142, steel and a code section 143, the inside code section 144 and rubber and the inner-membrane section 145 toward inner skin from the periphery side by the ground-plane side. The tire is equipped with the multilayer structure formed from the outside rubber section 145, and a code section 146 and the inside rubber section 147 toward the inside from the outside by the side face side. As for such multilayer structure, between each layer is pasted up and joined toughly.

[0091] Temperature distribution appear as heating energy will carry out \*\* ON toward the interior from an internal surface, if such a tire is heated from an internal surface. The temperature distribution are different corresponding to the difference in cross-section structure which goes to the interior from the thickness of rubber and the inner-membrane section 145, and the inside rubber section 147, the quality of the material, and a front face. When an air space etc. is under a front face, since the air space has low thermal conductivity compared with rubber, heating energy is stored by the surface section, without carrying out \*\* ON toward the interior, and the skin temperature of the reservoir section shows the inclination which becomes higher than the periphery fraction.

[0092] Temperature-distribution method-of-detection: and the outside code section 142 which constitutes a tire, steel and a code section 143, the inside code section 144, the code section 145, and the code section 146 are formed by the synthetic fiber, and since rubber has different thermal conductivity, it shows the inclination which is different in the fraction with a thin wrap inner membrane in those codes compared with the fraction of others [ skin temperature ]. The temperature distribution reflecting such a difference inclination correspond to presence of the fault fraction of the tire, its position, and its size.

[0093] Locally or on the whole, the heating energy to a tire is given to a tire front face (a internal surface of parietal bone, the superficies, both sides), as shown by the gestalt of two or more enforcement as stated above. Drawing 17 (a) and (b) show the skin-temperature change by the fault event of the inspected tire 7. This drawing (a) shows the skin-temperature change when heating only a front face, and this drawing (b) shows the skin-temperature change when performing local cooling, after heating the whole uniformly.

[0094] As shown in drawing 17 (a), in the tire internal surface of parietal bone of the field where a void 151 exists, there are many reflex and burst sizes of the input energy 152 by heating, and the skin temperature of the field becomes high (155), and appears. With the gestalt of enforcement of a cooling formula, as shown in drawing 17 (b), there is little exudation energy from the internal surface of the heat input energy 153 stored in the interior by heating by the tire internal surface of parietal bone of the field where a void 151 exists, and the skin temperature of the field becomes low (156), and appears.

[0095] If a heating time becomes long, heating energy will carry out \*\* ON to the interior, it will be in a saturation state, and the difference of a skin temperature will be lost. It is important to perform a detection of the fault under a front face by within



a time [ after the heat input and incidence of heating energy / proper ]. After a halt of the input of heating energy, from immediately after the halt, it is the temperature-change section generated to the field where a front face is narrow, and the heat flow rate of the fraction is spread and the temperature gradient with the fault section decreases. Also in the case of a detection of the parvus void 157 shown in drawing 20, it is important to carry out by within a time [ after the heat input and incidence of heating energy / proper ].

[0096] Thus, after heating a tire front face so that it may fully become constant temperature although it is effective to heat a tire internal surface for a short time, and to detect the temperature distribution immediately after it because of the detection of the fault event a tire internal surface and near the internal surface, it is effective to cool simultaneously in whole region locally and to detect a distribution of a skin temperature immediately after the cooling because of discovery of a fault fraction. In this case, especially the thing for which a detection of the fault fraction is also performed to within a time [ after cooling / proper ] is desirable.

[0097] It is clear versatility's of the heat input technique like such local heating and cooling, and heating all over the districts and cooling for it to be attained by many equipments as stated above, and to get. Many equipments shown in drawing 2 -4 also enable the continuous detection of a fault fraction. It is also possible to detect continuously the temperature change which performed local heating, changing continuous heating of a tire internal surface and a heating position, and was generated by heating.

[0098] The equipment shown in drawing 3 carries out simultaneous heating of the tire internal-surface whole region, and has detected the fault event by detecting a skin-temperature distribution of the tire internal-surface whole region immediately after it. The equipment shown in drawing 4 approaches a skin-temperature detection sensor, places a cooling system, and it enables the detection of a fault event by detecting change of a skin temperature, cooling a tire internal surface locally.

[0099] For a detection of the skin temperature of the tire internal-surface whole region While a temperature change is generated throughout the internal surface of parietal bone of a tire with temperature-change grant equipment It is important that the inspected tire is positioned in the temperature-change detection position of temperature-change detection equipment. furthermore, when the detection sensor of a temperature change has the shape of the shape of the shape of point, and a straight line, and a field and the temperature information on the internal-surface whole region is not acquired simultaneously It is required to measure the temperature change of the internal-surface whole region by a move of only the sensor, a move of a tire, and move of both these, and such need is satisfied on the tire installation table 1 shown in drawing 5.

[0100] The temperature-change grant equipment shown in drawing 6 can heat the whole region for the cross section which intersects perpendicularly with the hand of cut of a tire to a line, and since a rapid heat flow rate can be produced throughout the circumferential direction of the tire and sudden change of the skin temperature can be generated by rotating a tire or temperature-change grant equipment, it can detect notably the differentiation in the property of the tire of the front face and its near. Furthermore, by converging heating energy with a reflective mirror and a lens, also about the tire of a different diameter, change of the grant energy of a temperature change can be lessened by the internal surface, and the conditions which were good to the detection of the fault and were stabilized in it can be maintained.

[0101] The temperature-change grant equipment shown in drawing 7 can give heating energy simultaneously throughout the internal surface of parietal bone of a tire, does not need to rotate a tire and the concerned equipment, and is desirable especially in respect of simplification of the concerned test stand, and the enhancement in a check speed.

[0102] Hot blast and cold blast are used for the tire test stand shown in drawing 8 as a source of heating, and an operation equivalent to the equipment shown in drawing 6 by blowing off hot blast can be obtained, and with the combination with the equipment shown in drawing 7, by blowing off cold blast, it can give a local temperature change by the tire internal surface, and can acquire the operation effect equivalent to the equipment shown in drawing 6. Furthermore, since the blowdown nozzle of cooling air is only a guide plate, a miniaturization of the concerned equipment is attained.

[0103] the line of the cross section to which the circumferential direction of a tire and the temperature-change detection equipment shown in drawing 9 cross at right angles -- the temperature change of a fraction is detectable Drawing 18 shows the detecting signal to which proper signal processing was performed. The quadrature axis shows the hand-of-cut angular position of an anchor ring fraction. Discovery of a fault event is possible for the concerned equipment shown in drawing 9 in which the miniaturization is possible about the internal-surface whole region by the scanning which is positioned at the interior of a tire and meets the inner circumference of rotation of a tire, or the tire of the concerned equipment.

[0104] The temperature-change detection equipment shown in drawing 10 can detect a band-like temperature change about the cross section of a tire. The concerned equipment can detect a temperature change at high speed compared with the equipment shown in drawing 9.

[0105] The temperature-change detection equipment shown in drawing 11 can detect the temperature change of the partition with a tire internal surface, without rotating a tire. Compared with the equipment shown in drawing 10, a temperature change can be detected at still high speed. In this case, by applying the lens of a wide angle extremely, when a detection of the temperature change of the whole region of the side face and a base rotates a tire or rotates the concerned equipment, it is possible.

[0106] The detection of the temperature change is possible about the whole region of a tire internal surface by rotating a tire or rotating the concerned equipment by using drawing 12 and the reflective mirror shown in 13. In this case, the detection is possible by the comparatively large-sized infrared camera about the field where a tire is narrow.

[0107] The temperature-change detection equipment shown in drawing 14 is crossed to tire inner circumference by changing the observation orientation with the same cone-like reflective mirror and same infrared camera of a configuration as the equipment shown in drawing 13, and the detection of the temperature change of the base whole region is mainly possible for it. It is desirable to make drawing 9 and the reflective mirror which constitutes the plurality and equipment shown in 10, 12, 13, and 14 equipped with a cooling system. The cooling can reduce the heat energy emitted from a reflective mirror, and can raise the detection power of a tire internal-surface temperature change.

[0108] The scanner 4 is important because of position doubling of the focal position of a lens, a positioning of a reflective mirror, adjustment of the relative distance of them and a tire internal surface, and the positional controller as stated above, and such positioning is important also at the point of securing the fixed nature of heat input energy, and is important for especially the enhancement in the detection power of a temperature change after all. Furthermore, it is important in order to

position parts, such as a reflective mirror, all over narrow space.

[0109] The cross section of a tire is different with the position location as stated above. Though heating energy is uniformly inputted into an internal surface, as it is shown in drawing 18, the skin temperature is not uniform. The signal processor 5 has the function which can take out the differentiation between the skin-temperature distribution detected by the relation between a tire type and skin-temperature grant equipment, and the temperature distribution in the case of including the fault event of tires, such as a void.

[0110] Such differentiation is taken out as shown in drawing 19 (a) and (b). Drawing 19 (a) shows the scanning lines A and B which are two by which the temperature is detected, and the void 157 exists on scanning-line A. Drawing 19 (b) shows the temperature-distribution curves TA and TB on scanning-line A and B. The temperature-distribution curves TA and TB are memorized by the memory apparatus 129. All over this drawing, the difference (TA-TB) which it is as a result of signal processing is written in.

[0111] the difference -- the curved intumescence section shows presence of a void and the abscissa spacing of the intumescence section shows the size and occurrence position of the orientation of a void. The information and data obtained by the two-dimensional infrared sensor can detect the temperature-change fraction of a two-dimensional distribution by calculation by taking the average which averaged the data in the zone by which the partition split was carried out. A control unit can also perform a control of an operation of a \*\*\*\* table, the rotational speed of that, its halt, and a control of the heat input speed of the energy related to [ perform various kinds of controls as stated above, and also ] the rotational speed of a tire.

[0112] Drawing 21 shows other gestalt of enforcement of the tire test stand by this invention. The tire test stand includes the optical equipment and temperature-change grant equipment which are temperature-change detection equipment as well as the plurality and gestalt of implementation as stated above. With the gestalt of this enforcement, temperature-change grant equipment contains temperature-change grant light equipment, as shown in drawing 3. The temperature-change grant light equipment 211 contains the optical heat ray emitter. The end of the heat ray lead fiber 212 has connected with the optical heat ray emitter. The other end of the heat ray lead fiber 212 is connected to the collimator 213.

[0113] A collimator 213 changes the heat ray flux emitted in the shape of a cone into the heat ray beam of the effective diameter which has used the plurality and the lens from the end face of the heat ray lead fiber 212. The penetrated type reflecting mirror 214 is arranged on the optical axis of a collimator 213. It rotates 90 degrees and the optical axis goes to the rotated type reflective mirror 215. The rotated type reflective mirror 215 is attached in the output shaft 217 of a drive motor 216.

[0114] The reflector (flat surface) of the rotated type reflective mirror 215 has the angle of 45 degrees to the rotation-axis core wire of an output shaft 217. The main optical axis 218 which received the rotational transform with the penetrated type reflecting mirror 214 is in agreement with the rotation-axis core wire of an output shaft 217 in general. The group prism 219 is attached in the central field at the rotated type reflective mirror 215. The group prism 219 has the double reflex function which makes the shift optical axis 220 carry out the position shift of the main optical axis 218. The shift optical axis 220 is parallel to the main optical axis 218. It can replace with the group prism 219 and a group reflecting mirror can be used.

[0115] The shift optical axis 220 receives the rotational transform of 90 degrees by the flat surface of the rotated type reflective mirror 215, and is changed into the incident-light shaft 221. Incidence of the incident-light shaft 221 is carried out to a field in general right-angled among the inspected tires 7 (periphery). The probe index is shown by P. Radiant point P' is taken by the position from which only distance delta R was separated from probe-index P. The segment which connects point P and point P' is a fraction of \*\*\*\*\* 222 which the flat surface containing the center line of the inspected tire 7 and the inner skin of the inspected tire 7 intersect. The central point of the rotated type reflective mirror 215 is on the periphery center line of the inspected tire 7, and is in agreement with the central point of \*\*\*\* of one specific \*\*\*\*\* 222.

[0116] A part of heat ray emitted from radiant point P' is on the return optical axis 223 parallel to the incident-light shaft 221. The return optical axis 223 passes along the central point of the rotated type reflective mirror 215. The return optical axis 223 receives the rotational transform of 90 degrees, and is changed into the return main optical axis 224. The return main optical axis 224 is in agreement with the main optical axis 218.

[0117] The return main optical axis 224 penetrates the penetrated type reflecting mirror 214, and it carries out incidence to an infrared sensor 225. The lens for condensing 226 is arranged ahead of the infrared sensor 225. The carrier lightwave signal of an infrared sensor 225 is amplified by the preamplifier 227. The detection equipment like a thermal-type bolometer, pyroelectric detection equipment, quantum type photoconduction equipment, photoelectromotive-force equipment, and impurity type equipment as an infrared sensor 225 can use with a cooled type and an un-cooling type. The material from which practical permeability is obtained to the infrared radiation to which the lens for condensing 226 is emitted from the inspected tire 7 is used. Such a material contains germanium and Si.

[0118] The receptor 228 which receives the drive motor 216 and the infrared sensor 225 is attached in \*\*\*\* 229 of one body. It is fixed to the mounting eye 127 of drawing 15, and \*\*\*\* 229 is attached. The criteria heat source 231 is attached in \*\*\*\* 229. The criteria heat source 231 emits the criteria heat ray 232. Incidence of the criteria heat ray 232 can be carried out to the central point of the rotated type reflective mirror 215 in ordinary state, and it can maintain the temperature near [ the ] the central point uniformly.

[0119] VCF 233 is arranged ahead of the lens for condensing 226. The optical heat ray which temperature-change grant light equipment 211 emits is not made to penetrate as VCF 233, but the thing which makes the heat ray which the inspected tire 7 emits, and the criteria heat ray 232 which the criteria heat source 231 emits penetrate is chosen.

[0120] Drawing 22 shows the gestalt of enforcement of the control unit 6 corresponding to the equipment of drawing 21. As equipment connected to this, this control unit 6 is the point that the criteria heat source 231 is added, and differs from the control unit of drawing 1. The tire installation table 1 is omitted in drawing 22. When the temperature corresponding to the signal outputted from the temperature-change detection equipment 3 decreases rapidly, the heat ray beam for heating has shifted from the inspected tire 7. A control unit 6 stops [ term / such / when detection temperature is low ] exudation of the heat ray for heating from temperature-change grant light equipment 211.

[0121] The heat ray beam which passed the collimator 213 passes the main optical axis 218, the shift optical axis 220, and the incident-light shaft 221, and they carry out incidence to point P of the internal surface of the inspected tire 7. Near the

point P which receives such an incident beam, the temperature rises abruptly. The heat input energy of point P is quickly diffused to the periphery. The diffusion has a diffusion on a field, and the diffusion within a field. The temperature of point P' near the point P is slightly delayed to the temperature rise of point P, and rises abruptly to it. Before point P receives heat, the temperature of point P is already rising [ \*\*\*\* ], and the temperature of point P' is also rising in simultaneous.

[0122] The radiant heat line emitted from point P' at the time in which a heating beam carries out incidence to point P passes along the return optical axis 223, the return main optical axis 224, and the main optical axis 218, and further, the penetrated type reflecting mirror 214 is penetrated, and it is condensed with the lens for condensing 226, and they carry out incidence to an infrared sensor 225. The electrical signal which an infrared sensor 225 occurs, is amplified by the preamplifier 227, and is inputted into a control unit 6 is proportional to the temperature of the instantaneous point P'.

[0123] If the rotated type reflective mirror 215 is rotating, to a temperature detection system, it will move at a fixed speed in the very small field where it is heated continuously and temperature rises abruptly. If the temperature of radiant point P' contained to such a very small field to which it moves has the uniform internal surface of the inspected tire 7, it is fixed. The internal surface of the actual inspected tire 7 is not a perfect cylinder side but a deformation cylinder side. If two or more inspected tires 7 are the same, the temperature pattern on 1 \*\*\*\*\* 222 is the same with two or more inspected tires 7. With the gestalt of this enforcement to which a laser heating is performed, a temperature rise is carried out abruptly locally.

[0124] It means carrying out the temperature fall of saying [ carrying out a temperature rise abruptly locally ] abruptly locally. Since the field of such a local temperature rise is observed in ordinary state, it is hard to receive an environmental influence, and the temperature (it is not an absolute value) of the part field can be measured correctly. If abnormalities are in the internal surface of parietal bone of the inspected tire 7, the abrupt change of temperature will happen in a part field. Since the absolute value of the width of face of the abrupt change is large, the gestalt of this enforcement enables highly precise defective discovery.

[0125] Drawing 24 has illustrated the temperature change detected by temperature-change detection equipment. This temperature change is a temperature change of the internal surface of the inspected tire 7. Drawing 23 shows a setup of the system of coordinates of the internal surface of the inspected tire 7. If the coordinate of a circumferential direction is expressed with theta and the angle around the periphery center line of the inspected tire 7 is expressed with phi,  $\phi(R)$  shows the coordinate of \*\*\*\*\* which is the decussation line of a flat surface and the internal surface of the inspected tire 7 containing the medial-axis core wire of the inspected tire 7.

[0126] Drawing 24 shows the temperature distribution of the orientation of R of the position of certain angle theta about the internal surface of the inspected tire 7. The domain of R is 120 degrees in general about phi. There is one fault fraction in the coordinate position of the theta. The fault fraction has appeared as a fraction 251 to which temperature is high abruptly.

[0127] drawing 25 (a), (b), and (c) -- a signal processor 5 -- the temperature distribution of the orientation of R -- the difference -- how to process is shown Drawing 25 (a) shows the temperature distribution  $T_{\theta 1}$  of the orientation of R of the position whose theta is theta 1. Drawing 25 (b) shows the temperature distribution  $T_{\theta 2}$  of the orientation of R of the position whose theta is theta 2. Drawing 25 (c) shows  $\Delta T_{\theta 1}$ .  
 $\Delta T_{\theta 1} = T_{\theta 2} - T_{\theta 1}$

Here, theta 2 is a position coordinate near theta 1.

[0128] If there is no fault in the inspected tire 7, it is both the positions of theta 1 and theta 2 situated in a field soon, and since temperature distribution are the same, most of  $\Delta T_{\theta 1}$  is zero. If there is fault shown in drawing 24, it will appear by position R with the fault as a value whose electrical signal is not zero. The value of theta is updated and a control unit 6 rotates [ theta / delta ] the inspected tire 7. next, the difference of  $T_{\theta 3}$  and  $T_{\theta 2}$  --  $\Delta T_{\theta 2}$  are calculated Thus, the difference is taken about the perimeter of the inspected tire 7, and domain S on the two-dimensional side with fault (R, theta) is specified.

[0129] drawing 26 (a), (b), and (c) -- a signal processor 5 -- the temperature distribution of the orientation of theta -- the difference -- how to process is shown Drawing 26 (a) shows the temperature distribution  $TR_1$  of the orientation of theta of the position whose R is R1. Drawing 26 (b) shows the temperature distribution  $TR_2$  of the orientation of theta of the position whose R is R2. Drawing 26 (c) shows  $\Delta TR_1$ .  $\Delta TR_1 = TR_2 - TR_1$ . -- R2 is a position coordinate near R1 here

[0130] If there is no fault in the inspected tire 7, it is both the positions of R1 and R2 situated in a field soon, and since temperature distribution are the same, most  $\Delta TR_1$  are zero. If there is fault in the orientation of theta, it will appear by position R with the fault as a value whose electrical signal is not zero. The value of R is updated and a control unit 6 rotates [ R / delta ] the rotated type reflective mirror 215. next, the difference of  $TR_3$  and  $TR_2$  --  $\Delta TR_2$  is calculated Thus, the difference is taken about all the fields of the orientation of R, and domain S on the two-dimensional side with fault (R, theta) is specified.

[0131] As shown in drawing 25 (b), when there is no fault part, a temperature change appears. This temperature change is peculiar to the inspected tire 7. By taking the difference by two contiguities, a temperature change peculiar to the inspected tire 7 is removable. Furthermore, as shown in drawing 26 (b), a temperature change peculiar also to the orientation of R appears. By taking the difference of two contiguities of the orientation of R, a peculiar temperature change is removable. Since the influence by the difference in a skin-temperature distribution peculiar to a tire modality is more mitigable to one layer by taking the difference of the orientation of R, and the orientation of theta, the judgment more right one layer may be made rather than the decision based on one of the two's difference.

[0132] Drawing 27 and drawing 28 show two kinds of heating technique based on a difference of heat conduction. As shown in drawing 27, there is no heat conduction to which the heat uniformly supplied to the front face from the exterior meets a front face, and only the heat conduction 252 which goes to the pars profunda happens. If there is a void 253 in part, a symmetrical heat distribution a heat distribution is indicated to be to drawing 27 (b) will appear. Such heat input technique is called heating-field outside technique. As shown in drawing 28, both of heat conduction 255 which go to the heat conduction 254 and the pars profunda to which the heat locally supplied to the front face from the exterior meets a front face happens. If it is divided in part and there is 256, detour heat conduction will appear further and an unsymmetrical heat distribution a heat distribution is indicated to be to drawing 28 (b) will appear. Such heat input technique is called heating technique within a field.

[0133] When this invention is heating field outside, it being applied also in heating within a field and getting is shown in



drawing 29 - drawing 31 . Even if there is no fault part and there is no asymmetry peculiar to a heating front face since heating input-point P moves in the orientation of an arrow at a low speed as shown in drawing 29 (a), as for measure point P', only delta L has shifted in the move orientation from heat input point P, and asymmetry appears in a skin-temperature distribution of the orientation of R. These temperature distribution show the asymmetry which shows the highest value in the position immediately after transit of hot-spot P.

[0134] Drawing 30 shows the case where there is a void 253. The amount of the heat distribution measured of heat conduction increases more back in the move orientation, and it shows the heat distribution 258 to which temperature becomes high rather than the heat distribution 257 in case there is no void. These temperature distribution show the asymmetry which shows the highest value in the position immediately after transit of hot-spot P, and it is a peak value comparison, and the difference of deltaT arises and temperature becomes high at the whole. If there is a crack 256 which is shown in drawing 31 , heating within a field will be performed and the temperature distribution 259 higher than temperature distribution in case there is no crack in the move orientation ahead will appear. It is change to which temperature will become high if heating within a field is performed and the temperature change in the position behind hot-spot P has a crack just before a hot spot, and if a crack is immediately after a hot spot, it is change to which temperature becomes low. Thus, sublation and a crack can be discovered in simultaneous by the same inspection process by detecting continuously the temperature change of the fixed position close to the hot spot.

[0135]

[Effect of the invention] The tire test stand by this invention can detect the fault of a tire effectively, and can detect it still at high speed. Furthermore, the class of fault can be judged.

---

[Translation done.]